Représentation, compréhension et mémorisation pour les apprentissages

Edité sous la direction d'Alain FINKEL

JA 2005

TABLE DES MATIERES

1 Préface 3

2 Journée du 13 avril 6

2.1 Les conférences 6

2.1.1 La mémoire est-elle un système unitaire ? *Guy TIBERGHIEN* 7

2.1.2 Bases cérébrales des apprentissages élémentaires, *Stanislas DEHAENE* 11

2.1.3 Représentations mentales d'un texte, *Valérie GYSELINCK* 18

2.1.4 Apprentissage de la physique, *Andrée TIBERGHIEN* 23

2.1.5 Stratégies de mémorisation, *Jean- Gabriel GANASCIA* 25

2.2 Synthèse des conférences du 13 avril, *Nathalie SABAH* 27

2.2.1 Organisation de la mémoire à long terme 27

2.2.2 Fonctionnement de la mémoire de travail 27

3 Journée du 14 avril 30

3.1 Se représenter pour mieux penser : de la théorie au modèle, *Alain FINKEL* 30

3.1.1 Survivre (avoir et défendre un territoire) 30

3.1.2 Vivre (accroître son territoire et ne pas mourir) 30

3.2 Architecture : mode d'emploi, *Alain FINKEL* 32

3.2.1 Les représentations mentales 32

3.2.2 Les opérations mentales de base 33

3.2.3 Le contrôle de l'attention 33

3.3 Les ateliers : du modèle à la pratique 34

3.3.1 Exploration de représentations mentales simples 34

3.3.2 Exploration de représentations mentales plus complexes 34

3.3.3 Exemple de représentations mentales utilisées lorsqu'on copie un trait 35

3.3.4 Ce qu'on en retient 35

4 Journée du 9 mai 35

4.1 Comment expliciter les représentations mentales, *Alain FINKEL* 35

4.1.1 Conditions d'établissement de la relation d'explicitation 35

4.1.2 L'entretien d'explicitation : un dialogue 36

4.1.3 L'entretien d'explicitation : les étapes 37

4.1.4 L'entretien d'explicitation : les questions 37

4.1.5 Ce qu'on en retient 38

4.2 La motivation, *Alain FINKEL* 38

4.2.1 Caractéristiques de la motivation 39

4.2.2 Définition d'un bon objectif 41

4.2.3 Comment atteindre un objectif ? 42

5 Bibliographie succincte 43

1 PREFACE

Les Journées Apprentissages 2005 se sont déroulées les 13-14 avril et 9 mai 2005 à l'ENS de CACHAN. Elles ont été ouvertes par Claire DUPAS directrice de l'ENS de CACHAN et par Thierry MAURIN directeur de l'École doctorale de l'ENS de CACHAN.

Les trois premières éditions des Journées Apprentissages (JA'2002, JA'2003 et JA'2004) furent consacrées principalement à la sensibilisation et à la présentation des principes et idées de ce qu'on pourrait appeler maintenant, les Nouvelles Techniques Cognitives d'Apprentissages. Depuis les JA'2004, un certain nombre d'actions de formation ont été entreprises tant en direction des enseignants que pour les étudiants : citons par exemple 2 jours de formation en juin 2004 pour une quarantaine d'enseignants d'IUT de toute la France, une formation approfondie (8 jours) d'un groupe d'une vingtaine d'enseignants de l'IUT de Toulon, l'intégration (lors de la semaine de rentrée 2004) en 1ère année d'IUT à Orsay d'un nouveau cours intitulé "Se représenter pour mieux penser" (2h en amphi + 2h TD pour 16 groupes de 15 étudiants), construction d'un plan de formation d'une dizaine de journées (60 heures) pour les étudiants de l'Ecole doctorale de l'ENS de Cachan et du CIES de Versailles, création (en cours) d'un diplôme sur les Techniques Cognitives d'Apprentissages (150 heures de formation qui débuteront en janvier 2006)...etc.

Je rappelle ici les objectifs de ces journées :

- Former les enseignants (et les enseignants en formation) aux nouvelles techniques d'apprentissages.
- Compléter la formation pédagogique des enseignants du secondaire et des enseignants chercheurs du supérieur.
- Former les enseignants à donner un cours de 2 heures intitulé "Se représenter pour mieux penser".
- «ouvrir l'horizon »

et pour cela :

- Comprendre les mécanismes de représentation mentale.
- Comprendre les mécanismes de mémorisation.
- Répondre aux questions pratiques : comment solliciter l'attention ?
  comment motiver ?

Autant de points importants dans de nombreuses carrières mais particulièrement pour de futurs enseignants et chercheurs. Pour généraliser cette diffusion des Nouvelles Techniques Cognitives d'Apprentissages, nous avons décidé cette année de former les participants à expliciter leurs représentations dans leurs cours disciplinaires, ainsi que les former à donner eux-mêmes un cours de 2h sur les bases des représentations mentales et leur utilisation pour la mémorisation et la compréhension.

Ces Journées ont été structurées en trois temps:

* La première journée intitulée **"Bases théoriques sur les représentations: du neurone à l'image"** a été constituée de présentations scientifiques.

* Au cours de la deuxième journée intitulée **"Former les enseignants à donner le cours "Se représenter pour mieux penser""**, nous avons proposé un plan de cours type ainsi que quelques exercices d'entraînement.

* La troisième journée intitulée **"Former les enseignants aux nouvelles techniques d'apprentissages"** sera l'occasion d'un retour d'expérience pour intégrer en profondeur l'ensemble du cours. Cette dernière journée a été également l'occasion de faire le point sur les diverses actions menées dans divers cadres, les nouvelles expériences : formation de professeurs d'IUT, création d'un diplôme sur les Nouvelles Techniques Cognitives d'Apprentissages,...

Je pense que l'originalité de ces journées réside dans la double dimension, fondamentale et appliquée, des connaissances présentées. Nous avons présenté l'éventail des approches allant du neurone aux fonctions cognitives et aux techniques d'apprentissage qui en découlent **puis** nous avons montré comment mettre en pratique ces techniques dans des ateliers en petits groupes.

La participation a été au rendez-vous :

- 160 inscrits à la 1e journée : 25 enseignants de tous statuts PRCE, PRAG, MdConf, CR et Prof d'Universités et d'IUT (directeurs d'IUT, de CIES), enseignant-chercheurs, chercheurs venant des Universités parisiennes : P6, P7, P8, P11 et ENS Cachan ainsi que de province : (Grenoble, Strasbourg, Toulon,…) et 135 personnes en formation d'enseignants (moniteurs du CIES de Versailles), doctorants d'Ecoles doctorales et divers (orthophoniste, enseignant de médecine,…) de région parisienne et province.
- 110 inscrits aux 2e et 3e journées (50 personnes inscrites sur liste complémentaire n'ont pu être acceptées faute de place).

Je voudrais remercier les nombreuses personnes qui ont contribué à la réussite de ces JA'2005. Tout d'abord le comité de pilotage :

Comité de pilotage:

- Pierre ARNOUX (Univ. Marseille, mathématique)
- Richard BARRUÉ (IUFM Créteil, physique)
- Alain BERTHOZ (Collège de France, neurophysiologie)
- Alain FINKEL (ENS de Cachan, informatique-sciences cognitives, président)
- Jean-Gabriel GANASCIA (Univ. Paris 6, informatique-sciences cognitives)
- Gilles GHEUSI, (Univ. Paris 13 - Pasteur, neurobiologie)
- Yves LAFONT (Univ. Marseille, mathématique)
- Maud Le HUNG (IUT de Toulouse, mathématique)
- Jean-Louis MARTINAND (ENS de Cachan, sciences de l'éducation)
- Thierry MAURIN (directeur de l'Ecole doctorale EDSP, ENS de Cachan)
- Bruno ROSSETTO (directeur de l'IUT de Toulon, mathématique)
- Alain SARFATI (CIES de Versailles, physique)
- Isabelle SIEGLER (Univ, Paris 11, neurophysiologie)

Les 6 conférenciers du 13 avril :

- Guy TIBERGHIEN (Institut des Sciences Cognitives, Lyon)
- Stanislas DEHAENE (Unité INSERM 562 "Neuroimagerie Cognitive")
- Valérie GYSELINCK, (Univ. Paris 5- LPE)
- Alain BERTHOZ (Collège de France, neurophysiologie)
- Andrée TIBERGHIEN, UMR ICAR, (université Lyon 2, CNRS, INRP)
- Jean-Gabriel GANASCIA (Univ. Paris 6, informatique-sciences cognitives)

Ainsi que les 2 conférenciers du 9 mai :

- Alexis LEMAIRE (champion du monde de calcul mental d'extraction des racines treizième)
- Yves LAFONT (Univ. Marseille, mathématique)

Je remercie aussi les 5 animateurs d'ateliers :

Animateurs d'ateliers:

- Michel BESSERVE, en thèse neurosciences cognitives et imagerie
- Benjamin BLANC, ingénieur CEA
- Alexandra DEVILLE, biologiste
- Charles DOSSAL, en thèse mathématiques appliquées
- Christine Le GARLANTEZEC, formatrice en techniques d'apprentissages

sans oublier l'ensemble des participants du cours dit du samedi matin pour leur aide dans l'élaboration des ateliers des Journées Apprentissages.

Il me fait plaisir de remercier aussi Sylviane AUDET (service communication de l'ENS CACHAN) et Queensly DUROUX (secrétaire de l'EDSP) pour leur aide efficace dans l'organisation de ces Journées.

Les résumés des conférences de la journée du 13 avril (partie 2) ont été élaborés à partir de notes prises par plusieurs participants (Joëlle AUTI, Christine Le GARLANTEZEC, Carole PICINALI et Gilles TRIBALAT), de l'enregistrement audio, puis ces notes ont été relues, complétées et validées par chaque conférencier. Le résumé de la conférence d'Alain BERTHOZ n'est pas inclus ici. Le résumé de la conférence de Stanislas DEHAENE est suivi d'un de ses articles sur le même sujet. Un article d'Andrée TIBERGHIEN, publié précédemment dans la revue de l'Union des Professeurs de Physique et Chimie, complète sa conférence et est mis en annexe dans la version papier.
L'apprentissage utilisant (mais ne se réduisant pas à) la répétition, j'ai trouvé intéressant d'inclure, à la suite de ces résumés, une synthèse de ces conférences rédigée par Nathalie SABAH.

Enfin je remercie tout particulièrement Christine Le GARLANTEZEC et Nathalie SABAH (qui a aussi réalisé les illustrations) pour avoir rédigé une première version des parties 3 et 4 et sans qui ce document n'aurait pas été fini dans ces délais.

Rendez-vous pour les JA'2006 sur la motivation à l'ENS de CACHAN les 17-19 mai 2006.

Alain FINKEL
Président des Journées Apprentissages 2005

2 JOURNEE DU 13 AVRIL

2.1 LES CONFERENCES

Les Journées Apprentissages 2005 se sont ouvertes par une série de conférences sur les thèmes allant du neurone à l'image.

• LA MÉMOIRE EST-ELLE UN SYSTÈME UNITAIRE ?
Conférence par Guy TIBERGHIEN, Institut des Sciences Cognitives de Lyon

• BASES CÉRÉBRALES DES APPRENTISSAGES ÉLÉMENTAIRES : LECTURE ET CALCUL
Conférence par Stanislas DEHAENE, unité INSERM 562, « Neuro-imagerie Cognitive », CEA, Orsay, Service Hospitalier Frédéric Jolliot

• L'IMAGERIE MENTALE : REPRÉSENTATIONS VISUO-SPATIALES ET DESCRIPTIONS VERBALES
Conférence par Valérie GYSELINCK, Laboratoire de Psychologie Expérimentale (LPE), Université de Paris5

• STRATÉGIES COGNITIVES ET BASES NEURALES DE LA MÉMOIRE SPATIALE POUR LA NAVIGATION
Conférence par Alain BERTHOZ (Collège de France, Neurophysiologie)

• CONNAISSANCES NAÏVES SUR LE MONDE MATÉRIEL ET APPRENTISSAGE DE LA PHYSIQUE
Conférence par Andrée TIBERGHIEN, UMR ICAR, Université Lumière de Lyon 2, CNRS, INRP, ENS LSH, ENS Lyon

• STRATÉGIES DE MÉMORISATION
Conférence par Jean- Gabriel GANASCIA, Université de Paris 6, Informatique-Sciences Cognitives , Ingénieur-philosophe

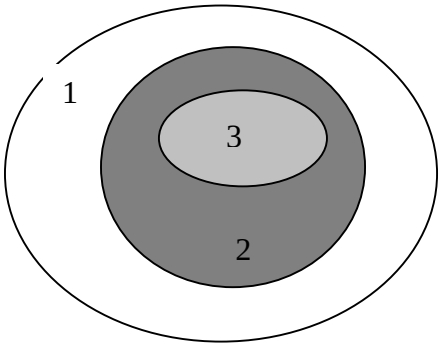
2.1.1 La mémoire est-elle un système unitaire ?

Guy TIBERGHIEN

Grand débat : la mémoire est-elle un système unitaire ou un ensemble de sous-systèmes spécialisés ?

I- Définition générale de la mémoire

La mémoire biologique (1) : acquisition de toute modification par un organisme au cours de son existence (inclut phénomènes physiologiques, génétiques… modification de l'organisme).
La mémoire au sens large ou psychologique (2) : acquisition portant sur les procédures, schémas d'action, connaissances, habitudes, attitudes, sémantique conceptuelle.
La mémoire au sens strict (3) : mémoire épisodique, autobiographique (souvenirs d'un individu)



Ces trois mémoires sont emboîtées mais non hiérarchiques.

Quelques définitions plus spécifiques :

Système de stockage de l'information (mémoire à LT et CT)
Nature de l'info stockée (verbale, imagée ou motrice)
Propriété particulière de la trace mnésique (= information) : souvenir (épisodique) ou concept (sémantique)…
Processus de récupération : mémoire de rappel, de reconnaissance, de travail
Etat de conscience associé : familiarité, récollection…

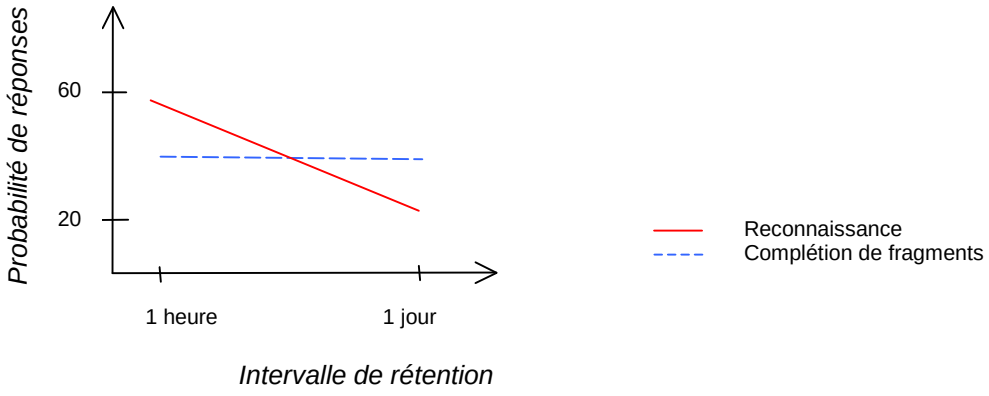
II- Comment étudier la mémoire ?

A- Méthodes comportementales

Les tests directs font appel à la mémoire explicite (Ex : « quel est le nom de l'auteur du « Jardin des délices ? ») : rappel, reconnaissance, reconstruction
Les tests indirects font appel à la mémoire implicite : perception, langage – quand on parle, on n'a pas conscience de la mémoire du langage et pourtant on doit retrouver en mémoire (et sans éveil de conscience mnémonique) le sens des mots, leur structure lexicale et l'agencement syntaxique.

B- Méthodes cognitives

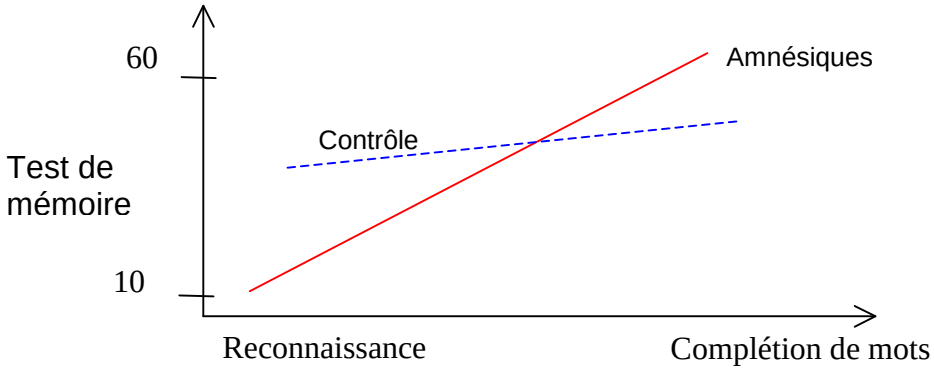
À l'aide de divers comportements devant une situation donnée, on cherche quels sont les processus cognitifs non observables sous jacents.
La complétion : on présente des fragments de mots et on demande au sujet de compléter ces mots fragmentés : cela renvoie à la mémoire sémantique peu sensible au temps de rétention *(Mémoire implicite)*.
La reconnaissance : il faut se rappeler de mots vus : cela renvoie à la mémoire épisodique sensible au temps de rétention. (*Mémoire explicite)*.



C- Méthodes neurocognitives

- *Neuropsychologie cognitive* : quels sont les effets des lésions sur les processus cognitifs impliqués dans la mémoire ?

Ex : en reconnaissance (mémoire explicite), les amnésiques ont des performances inférieures aux patients normaux, mais pas en complétion où la différence n'est pas statistiquement significative (mémoire implicite).



- *Neuro-imagerie cognitive* : mise en évidence des processus cognitifs par la mesure de la variation du flux sanguin et de la consommation d'oxygène dans certaines régions du cerveau (TEP, IRM) .

Par exemple, en utilisant des méthodes de ce type, CABEZA & al. (2001) ont mis en évidence des régions cérébrales spécifiques lors de la mise en mémoire, ou encodage (frontal gauche) et lors de la récupération en mémoire (frontal droit).

On remarque que les hémisphères ont des attributions spécifiques:

Hémisphère droit : mémoire épisodique
Hémisphère gauche : mémoire sémantique

⇨ *En vieillissant, la répartition entre les capacités de l'hémisphère droit et de l'hémisphère gauche sont différentes. Est-ce le résultat d'une compensation régionale en fonction de la détérioration fonctionnelle, liée à l'âge, de certaines régions cérébrales ou, hypothèse plus inquiétante, la conséquence d'une désynchronisation progressive des réseaux neuronaux avec le vieillissement?*

Autre test : on présente à 1 sec d'intervalle, 2 visages
1°) différents,
2°) identiques avec une expression différente ou un e expression identique.

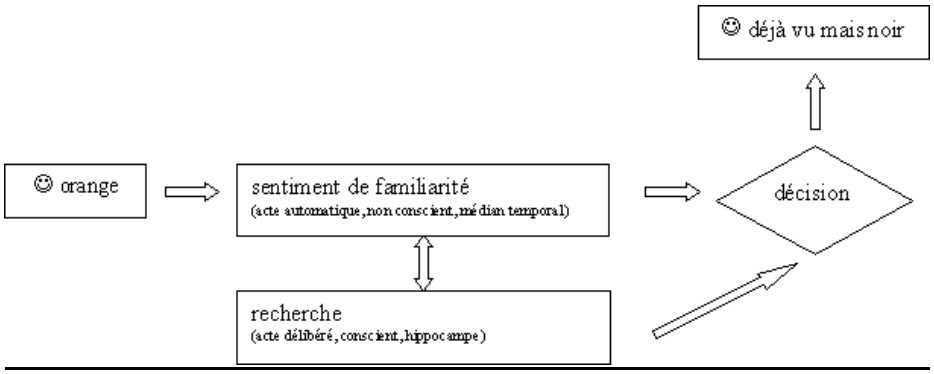
Résultat : ce ne sont pas les mêmes zones activées :
1°) zone pariétale si les visages sont différents : la différence est perçue dès 170 ms

2°) zone frontale avec activité intense quand les visages sont identiques mais avec une expression différente : la différence est alors perçue au bout de 200ms

D- Modélisation cognitive

Sentiment de familiarité et décision

Quelquefois, on fait appel à un processus actif de recherche en mémoire dans les cas où on a besoin de plus de précision (recollection) pour aboutir à la décision (véritable activité de mémoire, délibérée, consciente, contrôlée par l'hippocampe).



Situation théorique actuelle :

1) Une théorie structurale de la mémoire

Il y a des systèmes spécifiques de mémoire déclarative (sémantique, épisodique) et de mémoire procédurale - les procédures perceptivo-motrices ou intellectuelles acquises (ex : marche, règles opératoires du calcul ou du langage) qui peuvent être testés par tests directs pour la première, indirects pour la seconde, qui se situent dans le temporal et préfrontal G pour la sémantique, le temporal et le préfrontal D pour l'épisodique, le cervelet et le préfrontal pour la procédurale.

Mémoire	**Tests**	**Conscience**	**Cerveau**
Déclarative			
- sémantique	implicites	Non conscient, *familiarité*	Temporal préfrontal G
- épisodique	explicites	Conscient, *récollection*	Temporal préfrontal D
Procédurale	implicites	Non conscient	Cervelet et préfrontal

(d'après Tulving, Squire, …)

2) Une théorie fonctionnelle de la mémoire

Toutes les régions travaillent en interaction : on aurait alors 2 types de mémoires :
Mémoire-objet : ex : recherche de souvenirs (mémoire explicite)
Mémoire-outil : ex : on ne peut pas s'empêcher de lire la lettre A (mémoire implicite)

Fonctions	**Tests**	**Conscience**	**Cerveau**
Mémoire objet *explicite*	directs	Conscient Récollection	Temporal et Pariétal
Mémoire outil *implicite*	indirects	Non conscient *familiarité*	Frontal

(d'après Mandler, Gardiner, Jacoby, …)

Résumé :

Quand on encode un événement, il y a
- d'abord une analyse perceptive de la scène sans donner de sens,
- puis une analyse sémantique qui extrait du sens de la scène,
- puis une analyse épisodique qui replace des éléments de la scène dans notre histoire.

Chaque niveau a une conscience propre
- Conscience perceptive (analyse perceptive)
- Conscience épistémique (analyse sémantique)
- Conscience mnémonique (analyse épisodique)

L'hypothèse la plus vraisemblable est que ces différents traitements opèrent "en cascade" (partiellement sériels et partiellement parallèles) et qu'ils interagissent. Si un processus est bloqué, les niveaux suivants le sont sans doute également.
Les résultat de ces analyses sont stockés dans le cerveau par des réseaux de neurones mais pas forcément les mêmes (mémoire de stockage permanente et distribuée). Ils seront réutilisées en présence d'un indice de récupération : je perçois (familiarité), je connais (identité) je me souviens ("moïté" : sentiment de réactiver une expérience personnellement vécue, Claparède).

Conclusion :

Progrès rapide de nos connaissances
Grandeurs et dangers d'interprétations de la neuro-imagerie
Théories fonctionnelle et structurelle
Problème de la conscience mnémonique
Mémoire et décision

« Mémoire : se plaindre de la sienne, et même se vanter de ne pas en avoir. Mais rugir si on vous dit que vous n'avez pas de jugement »

Flaubert, Dictionnaire des idées reçues.

2.1.2 Bases cérébrales des apprentissages élémentaires, *Stanislas DEHAENE*

Comment l'homme est-il capable d'acquisitions culturelles totalement nouvelles en décalage de temps par rapport à l'échelle de l'évolution biologique de son cerveau ? Quelles sont les conséquences de ces décalages ?
Comment se fait-il que, d'une personne à l'autre, ce soient les mêmes aires cérébrales qui travaillent ? Comment le cerveau se modifie-t-il pour intégrer l'arithmétique ou la lecture ?

Quelques problèmes que la lecture pose à notre système visuel

- le cerveau normalise les différences de casse, de taille, de forme,
- il amplifie des différences petites mais pertinentes (ex : deux et doux)
- il reconnaît le rôle crucial de l'agencement des composants (combinatoire : trèfle – reflet)
- il intègre la variabilité culturelle des formes d'alphabet (lettres ou idéogrammes)

I- Une région très localisée

Imagerie par résonance magnétique (IRM) : on détecte l'activité du cerveau en mettant en évidence l'afflux de sang oxygéné lors de l'activation du neurone, ce qui traduit ses réactions. On obtient des images anatomiques avec les régions qui ont changé d'activité lors des stimulations mises en évidence.
Cela donne un circuit de la lecture : on présente des mots au sujet et on observe les zones cérébrales activées. Pour la lecture, c'est l'aire de la forme visuelle des mots, qui fait partie de la voie visuelle ventrale gauche, une bande de cortex qui s'étend à la base du cerveau depuis le pôle occipital, impliqué dans l'analyse des traits visuels, jusqu'à la région fusiforme antérieure où l'identité des objets est extraite.

Déroulement temporel de l'activité aux mots écrits ou parlés, ms par ms après l'apparition :
Elle commence dans l'occipital et, de 170 ms à 420ms, la zone s'étend dans le visuel ventral : il y a alors convergence entre les stimuli visuels et auditifs.
Processus dans l'hémisphère gauche : mémoire lexicale visuelle puis aspects sémantiques.

La voie visuelle ventrale comprend une mosaïque de micro-régions spécialisées pour les visages, les mots, les objets : certaines régions répondent aux objets, d'autres aux chaînes de caractères (temporal gauche)
La lésion de cette région entraîne une alexie « pure » sans perte du langage ni de l'écriture, ni de reconnaissance des objets, ni du sens du mot entendu : le temps de lecture devient une fonction très lente avec lecture lettre par lettre (retour au stade de lecteur débutant, de l'agencement des lettres et non plus du contour du mot)

II – Imprégnation culturelle dans la voie visuelle ventrale

La région s'adapte activement au script culturel : on sait très vite reconnaître PARENT dans le couple PARENT/PVRFNT. Pourtant sur le plan visuel, ces suites ne sont guère différentes.
Il y a sélectivité rapide pour les suites de caractères qui forment des mots par opposition aux chaînes de consonnes. C'est une adaptation culturelle à des chaînes familières dues à la structure de la langue, et ce, quel que soit le type d'écriture : chinois, arabe,...

Ex : au cours de l'apprentissage chez l'enfant, le travail de SHAYWITZ montre que la région de la forme visuelle des mots ne répond pas immédiatement plus aux mots qu'à d'autres formes visuelles similaires. C'est seulement chez l'enfant de dix ans qu'on commence à y enregistrer des réponses qui ressemblent à celles de l'adulte.
Mais il ne suffit pas de savoir lire : c'est l'*expertise* pour la lecture dans une culture donnée qui entraîne une spécialisation de cette région. Ainsi observe-t-on une corrélation forte entre le degré d'activation de cette région et les performances, jusqu'à la fluence de la lecture.
Cette voie est désorganisée chez les dyslexiques. On pense que chez un grand nombre d'enfants, le déficit d'origine est phonologique (lié à problème d'audition des sons du langage => moindre développement de cette zone, mais peut être aussi lié à un problème visuel : brisure de symétrie qui n'a pas lieu suite au biais d'une mauvaise vision (*cf plus loin*)

III- Invariance et automaticité

Invariance spatiale : quelle que soit la position du mot, il est reconnu : collecte des infos convergeant vers la région gauche du cerveau. (mais on les lit mieux s'ils sont présentés du côté droit => va directement à l'hémisphère gauche).

Invariance pour la casse : comment reconnaissons-nous A et a ?
Expérience subliminale : soit un mot présenté 29ms parmi des formes géométriques, le sujet n'en est pas conscient mais quand il est soumis au mot par la suite, le sujet réagit plus vite à ce mot qui a servi d'amorçage et ce, quelque soit la casse.

Résumé

Tous les bons lecteurs activent une région du cerveau restreinte hautement automatisée pour la reconnaissance invariante des mots.
La localisation de cette région est reproductible chez tous les individus et dans toutes les cultures (à environ 1 cm près).
Pourquoi cette localisation précise ?

Que fait cette région chez l'animal et le bébé avant l'acquisition de la lecture ?

La lecture fait appel aux régions du cerveau impliquées dans la reconnaissance visuelle des objets.
Chez le singe, le cortex visuel ventral code les objets par combinaison de traits visuels élémentaires (certaines régions répondent à la silhouette, d'autres à la présence des yeux…) ; les neurones sont sensibles de façon spécialisée à différentes formes : petites, grandes…
Chez l'homme, cela a évolué vers un code combinatoire qui permet la lecture : reconversion d'une partie d'une région cérébrale consacrée chez le primate à la reconnaissance d'objets vers la lecture.
Ce n'est pas le système visuel qui a évolué mais sans doute les systèmes d'écriture qui sont restés « apprenables », compatibles avec les contraintes du système visuel.

Par exemple, la lettre A est proche de la tête du taureau ∀ inversée, reconnaissable dans les dessins préhistoriques.

Q : cette Q de recyclage neuronal peut-elle expliquer certaines difficultés d'apprentissage ?
Prenons l'exemple de la difficulté de la symétrie G/D
Le cortex occipito-temporal a évolué pour internaliser le fait que les objets ont une utilité invariante G/D. Cela nous est utile pour reconnaître un objet sous tous les angles mais nous dessert pour la lecture.
Ex : des enfants qui au début de l'apprentissage de l'écriture écrivent en miroir (b=d) : si cela perdure plus longtemps que la moyenne, c'est signe de dyslexie car la brisure de symétrie se fait mal.

Plus généralement, selon une hypothèse initialement avancée par Jean-Pierre Changeux, le succès instantané, ou au contraire la difficulté d'apprentissage de tel ou tel objet culturel, pourrait s'expliquer par leur adéquation plus ou moins étroite avec les pré-représentations que façonne notre cerveau.
Peut-être pourra-t-on, d'ici quelques années, exploiter ces idées afin de mieux comprendre les difficultés scolaires des enfants, par exemple en mathématiques, et leur proposer des stratégies éducatives mieux adaptées à la structure de leur cerveau.

Conclusion

Les inventions culturelles nouvelles envahissent de régions cérébrales initialement vouées à des fonctions proches (reconversion ou recyclage).
Hypothèse : la difficulté d'apprentissage de concepts ou techniques est liée à la difficulté de cette reconversion cérébrale.
L'éducation doit prendre en compte les forces et faiblesses du cerveau et de la cognition de l'enfant.

Extraits de quelques réponses au public
Inégalité des langues dans l'apprentissage : il existe des langues transparentes comme l'italien où il y a peu d'exceptions. L'enfant peut apprendre à lire plus rapidement que par exemple l'anglais, où il y a davantage de difficultés.
Y a-t-il une zone du cerveau qui se focalise sur les visages ? peut-être…

Les bases cérébrales d'une acquisition culturelle : La lecture

Stanislas Dehaene

Lorsque nous lisons un texte, nous n'avons pas conscience de la difficulté et de la complexité des opérations qui sont réalisées par notre système visuel. En une fraction de seconde notre cerveau reconnaît les mots et accède à leur sens. Cette opération est plus complexe qu'il n'y paraît. D'une part, notre système visuel s'adapte aux multiples variations de forme des mots. Ainsi, nous savons reconnaître le mot «quatre», que celui-ci soit présenté en majuscules ou en minuscules, dans une police inhabituelle, et quelle que soit sa taille. Nous sommes même capables de lire des mots dans lesquels une lettre sur deux apparaît en MiNuScUlEs. D'autre part, nous sommes étonnamment sensibles aux minuscules différences qui, parfois, distinguent deux mots très différents, tels que «deux» et «doux». Il est clair, enfin, que cette capacité résulte d'un long apprentissage.

Ce qui distingue deux mots dans une langue peut n'avoir aucune importance dans une autre. L'apprentissage de la lecture semble inculquer à notre cerveau un sens nouveau, celui de percevoir, en un clin d'œil, les traits visuels qui sont pertinents pour la lecture et ceux qui ne sont pas. Selon que nous apprenions à lire le chinois, l'hébreu ou les hiéroglyphes, notre cerveau saura reconnaître sans hésitation ces caractères, ou au contraire n'y verra que des formes abstraites et impossibles à décoder.

La lecture pose au neurobiologiste un paradoxe. Cela ne fait que quelques milliers d'années que l'humanité a inventé l'écriture. L'architecture de notre cerveau n'a donc pas eu la possibilité de s'adapter aux difficultés particulières que pose la reconnaissance des mots. Et pourtant, notre système visuel réalise des prouesses telles qu'il semble remarquablement adapté à cette tâche nouvelle. Comment donc notre cerveau apprend-il à lire ? Comment nos aires cérébrales, issues de millions d'années d'évolution biologique dans un monde sans mots, parviennent-elles à s'adapter aux problèmes spécifiques que pose la lecture ? Plus généralement, comment se fait-il que des objets culturels récents et novateurs tels que les mots écrits soient susceptibles d'être représentés par le système nerveux humain, alors que rien ne semble l'y prédisposer ?

En sciences sociales, la question de l'acquisition des objets culturels est rarement posée en ces termes. La plupart des chercheurs adhèrent implicitement à un modèle que j'intitulerai celui de la plasticité généralisée et du relativisme culturel. Le cerveau y est considéré comme un organe tellement plastique qu'il ne contraint en rien aux acquisitions culturelles, qui sont d'ailleurs d'une très grande diversité. Dans cette hypothèse, la question des bases cérébrales des objets culturels tels que la lecture n'est pas pertinente : libéré des contraintes biologiques, le cerveau humain, à la différence de celui des autres espèces animales, serait capable d'absorber toute forme de culture, aussi variée soit-elle.

L'objet du présent chapitre est de résumer quelques données récentes de neuroimagerie et de neuropsychologie qui réfutent ce modèle simpliste des relations entre cerveau et culture, et jettent une lumière nouvelle sur l'organisation cérébrale des circuits de la lecture. Nous verrons que ces données ne sont pas compatibles avec l'image d'un cerveau isotrope qui se contenterait d'absorber sans filtrage toutes les données de son environnement culturel. Bien au contraire, nous serons amenés à proposer un autre modèle, radicalement opposées au précédent. Selon cette hypothèse, l'architecture de notre cerveau est étroitement limitée. Elle se met en place avec de fortes contraintes génétiques, mais toutefois en laissant une frange de variabilité. Les acquisitions culturelles ne sont alors possibles que dans la mesure où elles s'insèrent dans cette frange, en reconvertissant à un autre usage des prédispositions cérébrales déjà présentes. La variabilité interculturelle est donc réduite, son étendue apparente n'est qu'une illusion liée à notre incapacité d'imaginer des formes culturelles autres que celles que notre cerveau est capable de concevoir.

L'imagerie cérébrale de la lecture

L'imagerie fonctionnelle par résonance magnétique (IRMf) permet aujourd'hui de visualiser l'activité du cerveau au cours de nombreuses activités cognitives. Pour visualiser le circuit cérébral de la lecture, il suffit de placer un adulte volontaire dans le champ de l'aimant et de mesurer son débit sanguin cérébral alors qu'on lui présente des mots sur un écran d'ordinateur. La présentation de chaque mot s'accompagne d'une augmentation rapide du débit sanguin dans un vaste réseau d'aires cérébrales qui sous tendent les différentes étapes de la lecture. Il serait erroné de penser qu'une seule aire cérébrale se charge d'une opération aussi complexe que la lecture. La reconnaissance visuelle, l'accès au lexique mental, la récupération du sens de chaque mot, leur intégration dans le contexte de la phrase, et enfin leur prononciation mobilisent plus d'une dizaine d'aires cérébrales réparties dans les régions occipitales, temporales, pariétales et frontales.

Dans ce chapitre, nous nous concentrerons exclusivement sur une petite région qui intervient aux étapes les plus précoces de la lecture. Cette région, que l'on appelle l'aire de la forme visuelle des mots, fait partie, une bande de cortex qui s'étend à la base du cerveau depuis le pôle occipital, impliqué dans l'analyse des traits visuels, jusqu'à la région fusiforme antérieure où l'identité des objets est extraite.

Une première surprise est l'étonnante reproductibilité de cette région d'un individu à l'autre. Il est aisé de la repérer : quelques minutes de lecture suffisent à l'activer de façon reproductible chez n'importe quel bon lecteur. On la retrouve systématiquement à la même position chez tous les individus, dans une région du cerveau appelé le sillon occipito-temporal, qui borde le gyrus fusiforme. Dans le système de coordonnées de Talairach, qui permet de repérer toute région du cerveau par ses coordonnées tridimensionnelles, la variabilité de cette région d'un individu à l'autre n'est que de l'ordre de 5 millimètres.
De nombreuses caractéristiques démontrent que cette région joue un rôle particulier dans l'identification visuelle des mots. Tout d'abord, elle ne s'active que pour des mots écrits, pas lorsque les mots sont présentés à l'oral. De plus, elle ne semble pas s'intéresser au sens des mots, mais uniquement à leur forme visuelle. Ainsi, l'on observe exactement la même quantité d'activation lorsque l'on présente des mots qui existent en français ou ce que l'on appelle des pseudo-mots, c'est-à-dire des suites de lettres telles que « plougiston » qui sont prononçables et qui obéissent aux règles du français, mais qui n'appartiennent pas au dictionnaire.
On estime donc que cette région effectue l'analyse des lettres qui composent les mots, et fournit aux autres régions cérébrales une représentation de leur identité et de leur ordonnancement. La lésion de cette région, à la suite par exemple d'un accident vasculaire, entraîne d'ailleurs un syndrome singulier, l'alexie pure, décrite par Joseph- Jules Déjerine dès 1892. Le patient ne parvient plus à lire les mots avec rapidité (a-lexie); tout au plus parvient-il à déchiffrer péniblement l'identité du mot lettre à lettre, souvent en les traçant du doigt.
On parle d'alexie « pure » pour deux raisons. D'abord, parce que le patient parvient toujours à *écrire* les mots même qu'il ne parviendra pas à relire quelques instants plus tard (on parle donc aussi d' « alexie sans agraphie ») ; il n'a également aucune difficulté particulière à comprendre ou à répéter des mots parlés.
Ensuite, parce que d'autres formes de reconnaissance visuelle, par exemple l'identification des visages ou la reconnaissance des objets de la vie quotidienne peuvent demeurer largement préservés. Tout ceci montre bien qu'une fraction de la région inférotemporale gauche joue un rôle très particulier dans l'identification visuelle des mots.

Imprégnation culturelle dans la voie visuelle ventrale
La région de la forme visuelle des mots ne se contente pas de répondre passivement, dès la naissance, à n'importe quel objet qui aurait une forme proche de celle d'une lettre ou d'un mot. On peut montrer, grâce à l'imagerie fonctionnelle, qu'elle s'adapte activement à la lecture. La preuve en est qu'il ne suffit pas de présenter n'importe quel chaîne de lettres pour l'activer. Chez les français, par exemple, la région répond beaucoup plus fortement aux chaînes de caractères qui forment un mot réel ou plausible comme « MOUTON » ou « PLAUNE » qu'aux chaînes qui violent la structure du français, par exemple des chaînes de consonnes telles que « QFSFZG ». Or, sur le plan strictement visuel, ces stimuli ne sont guère différents. On peut même aller plus loin : La forme des lettres étant arbitraire, il aurait été imaginable que, dans un autre système d'écriture, QFSFZG soit un mot et MOUTON une chaîne dépourvue de sens ! La réponse de notre région n'est donc pas uniquement déterminée par le stimulus visuel, mais surtout par l'histoire culturelle de l'individu qui, en apprenant à lire, a appris à décoder certaines chaînes de lettres mieux que d'autres. Ainsi, chez les sujets japonais, on peut montrer que ce sont les caractères Kanji et Kana qui parviennent à l'activer maximalement. Il semble que, dans toutes les cultures, en dépit de formes de surface variées, les mots écrits s'inscrivent toujours dans la même région cérébrale, avec seulement de minimes différences peut-être liées à la forme et à la structure interne des caractères.
Ce processus d'imprégnation culturelle peut être visualisé très directement par imagerie fonctionnelle chez l'enfant à différentes étapes de l'apprentissage de la lecture. Des expériences longitudinales, menées par Bennett et Sally Shaywitz à l'université Yale, montrent que la région de la forme visuelle des mots ne répond pas immédiatement aux mots plus qu'à d'autres formes visuelles similaires. C'est seulement chez l'enfant de dix ans qu'on commence à y enregistrer des réponses qui ressemblent à celles de l'adulte.
Il est fascinant de constater que même un enfant de 8 ans, qui sait déjà lire depuis plusieurs mois ou années, n'active pas nécessairement fortement la voie visuelle ventrale gauche. Il ne suffit pas de savoir lire : c'est l'*expertise* pour la lecture dans une culture donnée qui entraîne une spécialisation de cette région. Ainsi observe-t-on une corrélation forte entre le degré d'activation de cette région et les performances de lecture. Chez l'adulte dyslexique, qui n'atteint jamais une grande aisance dans l'identification visuelle des mots, la réponse ventrale n'atteint jamais le degré de spécialisation que l'on observe chez l'adulte. Le consensus actuel est que cette absence de réponse n'est pas la cause, mais bien la conséquence d'un mauvais apprentissage de la lecture. Le déficit primaire, chez une majorité de dyslexique, se situerait dans les régions latérales du cortex temporal gauche impliquées dans la représentation de la phonologie des mots parlés. Ce déficit entraînerait de telles difficultés de lecture

qu'il empêcherait la spécialisation des circuits qui, chez une personne normale, acquièrent progressivement une expertise pour l'extraction de la forme visuelle des mots.

Invariance et automaticité

Quelle est la forme exacte que prend cette expertise ? Des expériences récentes, réalisées par Laurent Cohen et moi-même, démontrent que la région visuelle ventrale gauche extrait une représentation visuelle *invariante*, capable de coder l'identité des mots en s'abstrayant des paramètres visuels non pertinents.

Une première forme d'invariance est spatiale. Les premières étapes de l'analyse visuelle sont dites « rétinotopiques », parce qu'elles s'intéressent à des points particuliers de la rétine. Chaque neurone des aires V1, V2 ou V4 possède un champ récepteur, c'est-à-dire une petite région rétinienne où les stimuli doivent apparaître pour affecter le taux de décharge du neurone. Cependant, l'imagerie fonctionnelle montre que la région de la forme visuelle des mots est la première région qui, dans l'analyse visuelle, n'est pas rétinotopique. Elle répond de façon identique à des mots présentés à gauche ou à droite du champ visuel, nous permettant de lire les mots quelle que soit leur position.

Cela implique une connectivité particulière. Les mots présentés à gauche sont en effet traités initialement par les régions visuelles de l'hémisphère droit, et vice-versa. L'invariance de position ne peut donc être atteinte par la région ventrale gauche que si cette région collecte les informations visuelles des deux hémisphères. En particulier, les informations visuelles de l'hémisphère droit doivent être véhiculées, par l'intermédiaire d'un faisceau fibre appelé le corps calleux, en direction de la région ventrale gauche.

En mesurant l'activité électrique du cerveau par électro-encéphalographie, nous sommes parvenus à visualiser ce transfert. Vers 150 millisecondes après la présentation d'un mot à droite ou à gauche de l'écran, l'activité électrique apparaît sur le scalp du côté opposé à la position du mot (rétinotopie). Vers 200 millisecondes, cependant, une remarquable convergence anatomique se produit : quel que soit le côté initial de présentation, l'activité électrique converge vers la région ventral gauche.

Ces expériences permettent d'estimer que l'identité invariante des mots est extraite en moins d'un cinquième de seconde.

Un second aspect de cette invariance concerne la police de caractères et la casse dans laquelle les caractères sont imprimés. Nous sommes capables de reconnaître le même mot écrit en majuscules ou en MINUSCULES, dans une police Garamond ou Arial. La région de la forme visuelle des mots est responsable de cette capacité. Pour le montrer, mes collègues et moi avons utilisé une méthode d'amorçage subliminal. A chaque essai, nous avons présenté un premier mot en minuscules, par exemple «radio», suivi d'un second mot en majuscules qui pouvait être identique ou non au premier (« RADIO » ou « TABLE »). Le premier mot, présenté très brièvement, était rendu invisible en l'entourant de caractères sans signification. Nous demandions aux volontaires de juger si le second mot représentait un objet manufacturé ou non. La mesure du temps de réponse des sujets montrait une accélération ou « amorçage » lorsque la cible était répétée, même inconsciemment, et même dans une casse différente. Cela prouvait que l'identité abstraite du mot, indépendante de la casse, avait été extraite. L'imagerie cérébrale montra que cette effet trouvait son origine dans la région visuelle ventrale gauche. L'activation de cette région était plus élevée lorsque deux mots distincts étaient présentés (radio-TABLE) que lorsque le même mot était présenté deux fois (radio-RADIO).

Cela suggère l'existence, dans cette région, de populations de neurones capables de détecter la répétition du même mot quelle que soit sa forme, et d'effectuer cette analyse invariante automatiquement, en l'absence de toute conscience du sujet. Il faut souligner à nouveau que cette effet implique un apprentissage culturel. Nous sommes tellement habitués à associer les lettres minuscules et majuscules que nous ne prêtons plus attention à l'arbitraire de leur forme. Certaines lettres se ressemblent en minuscules et en majuscules (o et O, u et U), mais beaucoup semblent appariées au hasard. Rien ne prédestine la forme « a » à représenter la même lettre que la forme « A ».

L'existence, dans la région visuelle ventrale, de neurones capables de répondre de façon identique à « a » et « A » ne saurait être due au hasard ou à l'organisation innée du système visuel. Elle résulte nécessairement d'un apprentissage qui y a imprimé des associations culturelles nouvelles.

Que code la région visuelle ventrale avant d'apprendre à lire ?

Nous sommes maintenant en mesure d'expliciter le paradoxe de la lecture. Lire comporte de nombreux aspects culturels arbitraires. La forme de l'écriture varie grandement entre l'alphabet latin, le syllabaire du Kana, et l'écriture Kanji. Nous n'avons pas pu naître avec une connaissance des séquences de lettres qui constituent des mots, et de celles qui ne signifient rien. D'ailleurs, la lecture est une invention culturelle trop récente pour que notre cerveau ait pu s'y adapter au cours de son évolution. Et pourtant, chez tous les individus, dans toutes les cultures, les mécanismes de l'identification invariante des mots reposent sur la même région cérébrale, à quelques millimètres près. Tant dans sa connectivité que dans ses mécanismes intimes, cette région paraît remarquablement adaptée à la fonction d'identifier les

mots. Elle le fait avec une rapidité surprenante et une invariance pour la position et la forme des lettres sans laquelle nous ne pourrions pas lire.
Une telle adéquation aux spécificités de la lecture ne saurait être due au hasard, mais comment l'expliquer sans non plus faire appel à une pré-adaptation cérébrale, impossible compte tenu de la lenteur de l'évolution des espèces?
Pour échapper à ce cercle vicieux, il nous faut considérer quelle peut être la fonction de cette région chez l'animal, ou chez l'homme avant l'apprentissage de la lecture. Chez le primate, la région inféro-temporale dans sa totalité est consacrée aux opérations d'identification visuelle. Elle fait partie de la voie visuelle « ventrale », dite voie du « quoi », qui s'oppose anatomiquement à la voie « dorsale » dite voie du «comment» et du « où », impliquée dans l'action et la localisation spatiale. Chez l'homme également, la région ventrale répond à toute sortes de stimuli visuels autre que des mots : visages, objets, lieux. Même au pic de la réponse aux mots, la présentation de dessins au trait évoque toujours une réponse importante. Il apparaît donc clairement que la région de la forme visuelle des mots s'insère dans un tissu cortical plus vaste dont l'implication dans la reconnaissance visuelle est ancienne sur le plan phylogénétique.
Chez le primate, les neurones du cortex inférotemporal présentent des formes élaborées d'invariance. Leurs champs récepteurs sont vastes, incluant souvent la plus grande partie du champ visuel. Ils répondent sélectivement à certains objets, et ce dans une très large éventail de tailles et de positions. Tel neurone pourra, par exemple, répondre à la vue d'une tête de chat, que celui-ci soit proche ou loin, tourné vers la droite ou vers la gauche.
Certains neurones répondent même à des vues très différentes du même objet, par exemple son profil et sa vue de face. Enfin, ces neurones sont dotés d'une grande plasticité qui leur permet d'associer des images arbitraires. Les circuits dans lesquels ils s'insèrent paraissent donc particulièrement adaptés à l'identification invariante des lettres et à l'apprentissage de leurs formes multiples, majuscules ou minuscules. Simplement, cette adaptation n'a rien de spécifique aux lettres, elle existe parce qu'elle contribue à la reconnaissance visuelle de façon générale.
Des expériences menées par les électrophysiologistes Keiji Sakata, et plus récemment Manabu Tanifuji, à Tokyo, permettent d'aller plus loin. Chez le primate, la réponse des neurones du cortex inférotemporal aux objets peut être analysée en composantes élémentaires. Lorsqu'un neurone répond, par exemple, à l'image d'une tête de chat, le chercheur va chercher à simplifier progressivement l'image afin d'identifier quels sont les indices minimaux qui suffisent à évoquer une réponse. Pour tel neurone, ce pourra être le contour de la tête et des oreilles, pour tel autre la présence de deux disques blancs sur fond noir (les « yeux »), etc. Une partie du cortex inférotemporal semble composée d'une mosaïque de tels détecteurs élémentaires. Or, il est remarquable que certains de ces indices minimaux, qui sont spontanément présents chez le primate, ressemblent à nos caractères. On trouve, par exemple, des neurones qui répondent optimalement à deux disques superposés formant un 8, d'autres qui répondent à deux barres se rejoignant pour dessiner un T, d'autres encore qui déchargent lors de la présentation d'une astérisque.
Ces formes élémentaires ont été sélectionnées parce qu'elles constituent un répertoire de formes qui permettent de coder, par leur combinatoire, l'immense variété des objets et des scènes visuelles que nous sommes susceptibles de rencontrer. La forme en T, par exemple, est utile à repérer car elle signale fréquemment l'occlusion d'un contour derrière une autre partie de l'objet. La réponse de cette région aux caractères écrits n'est donc pas un accident, elle s'inscrit dans l'histoire évolutive de cette région et a été simplement découverte et réutilisée par nos systèmes d'écriture.
On peut, enfin, mieux comprendre la reproductibilité remarquable du positionnement de l'aire de la forme visuelle des mots lorsque l'on prend en compte l'organisation topographique innée du cortex inférotemporal. Par imagerie cérébrale, Alumit Ishai et ses collègues ont montré que les régions latérales du cortex visuel ventral répondent préférentiellement aux objets et aux mots, tandis que les régions plus proches de la ligne médiane répondent avec une préférence progressivement plus marquée pour les visages et pour les scènes d'extérieur. Ravi Malach et ses collaborateurs ont montré que ces préférences coïncident avec un gradient de sélectivité pour l'excentricité de l'image : les régions latérales répondent préférentiellement aux petits détails de l'image présents dans la fovea, tandis que les régions médianes répondent préférentiellement à la configuration globale et à donc à la périphérie du champ visuel. Un tel gradient, qui traverse l'ensemble du système visuel depuis le pôle occipital jusqu'aux régions antérieures, pourrait être mis en place au cours de la formation du cortex, peut-être sous le contrôle d'un gradient chimique d'expression de « morphogènes » (modèle de Turing). Ce gradient pourrait expliquer que le codage visuel des mots, qui requiert une grande précision visuelle et donc une fovéation, soit systématiquement associé aux régions latérales du cortex inférotemporal, et soit donc tellement reproductible d'un individu à l'autre. Sa latéralisation dans l'hémisphère gauche pourrait s'expliquer de la même manière par la présence de connections privilégiées, mises en place par un programme génétique, avec de multiples régions de l'hémisphère gauche et en particulier les

régions temporale et frontale inférieure qui sont impliquées dans la perception et la production du langage parlé.

L'hypothèse de la reconversion neuronale

Résumons les données empiriques : notre histoire évolutive a doté notre système visuel d'une région dans laquelle les neurones sont sensibles à des combinaisons élémentaires de traits visuels présentés dans la fovea, sont capables d'apprendre des combinaisons nouvelles, ont des propriétés d'invariance de position, de taille et de forme et projettent en direction des autres aires de l'hémisphère gauche. Cette région est précisément celle qui acquiert, au cours de l'apprentissage de la lecture, un code invariant des mots propre au système d'écriture qui lui est inculqué. Ainsi, l'apprentissage de la lecture reconvertit ou « recycle » un réseau de neurones dont la fonction initiale est suffisamment proche. Le cerveau n'a ni la possibilité matérielle, ni le besoin de créer *de novo* une aire cérébrale aux propriétés originales. Aucune aire cérébrale n'a évolué pour la lecture. Au contraire, on peut spéculer que ce sont les systèmes d'écritures eux-mêmes qui, au cours de l'évolution culturelle, ont subi une pression sélective visant à les adapter aux contraintes de notre système visuel (ainsi, bien sûr, qu'à d'autres contraintes mécaniques ou matérielles de l'écriture). Dans toutes les cultures où elle est apparue, l'évolution de l'écriture a débuté par des représentations pictographiques immédiatement reconnaissables par n'importe quel primate (le mot « taureau », par exemple, étant représenté par un croquis d'une tête de taureau). Progressivement, les caractères se sont épurés, un peu comme le neurophysiologiste simplifie progressivement le dessin de la tête du chat, afin d'arriver à un dessin minimal, rapide à tracer, mais toujours reconnaissable par notre système visuel. Notre lettre A dérive ainsi du alpha α qui luimême, après rotation, dérive de la tête de taureau, animal dont l'ancien nom sémitique est « 'aleph ». En bref, l'organisation de notre cerveau a contraint l'évolution culturelle de la lecture, tandis que la lecture n'a pas eu la possibilité matérielle de modifier la structure génétique de notre cerveau.

Peut-on généraliser l'exemple de la lecture à d'autres activités culturelles humaines ? Je voudrais proposer en conclusion que bon nombre de nos inventions culturelles subissent probablement des contraintes neurophysiologiques comparables à celles identifiées dans le cas des mots. Dans cette hypothèse, radicalement opposée à celle de la plasticité généralisée et du relativisme culturel évoqué en introduction, les inventions culturelles ne sont adoptées que dans la mesure où elles envahissent des régions cérébrales initialement vouées à des fonctions suffisamment proches. Cette hypothèse évoque la notion du « bricolage évolutif » proposé par François Jacob, ou de l' «exaptation» chère à Stephen Jay Gould – la réutilisation, au cours de la phylogénèse, d'organes ou de mécanismes anciens pour des fonctions nouvelles. Dans le cas des objets culturels, cependant, ce recyclage a lieu à l'échelle des quelques semaines ou années, et concerne l'épigénèse et la flexibilité des réseaux neuronaux plutôt que l'évolution du génôme. Il me paraît donc approprié de lui consacrer un nouveau terme : l'hypothèse de la *reconversion neuronale*, selon laquelle chaque objet culturel doit trouver sa « niche écologique » dans le cerveau – un circuit ou un ensemble de circuits dont le rôle initial est approprié et dont la flexibilité est suffisante pour être reconverti à cette fonction nouvelle.

Soulignons deux prédictions de ce mécanisme de reconversion neuronale. Premièrement, il implique que l'enveloppe génétique de l'espèce humaine définit une architecture cérébrale qui délimite un espace d'objets culturels accessibles. Les variations culturelles que notre espèce est susceptible d'inventer ne sont donc pas illimitées. Au contraire, elles sont étroitement contraintes par les représentations et les mécanismes cérébraux que nous héritons de l'évolution et qui définissent notre nature humaine. Deuxièmement, la difficulté d'apprentissage de tel ou tel concept ou technique nouvelle doit s'expliquer, pour partie, par la difficulté plus ou moins grande de la reconversion cérébrale. Dans le domaine de l'apprentissage de la lecture, par exemple, l'étape de l'écriture en miroir, au cours de laquelle tous les enfants éprouvent à distinguer les lettres p, q, d, et b, pourrait
s'expliquer par le fait que notre système visuel calcule automatiquement une invariance de rotation, qui nous est utile pour reconnaître un objet sous tous ses angles, mais qui nous dessert dans le domaine de la lecture. Plus généralement, selon une hypothèse initialement avancée par Jean-Pierre Changeux, le succès instantané, ou au contraire la difficulté d'apprentissage de tel ou tel objet culturel, pourrait s'expliquer par leur adéquation plus ou moins étroite avec les pré-représentations que façonne notre cerveau.

Peut-être pourra-t-on, d'ici quelques années, exploiter ces idées afin de mieux comprendre les difficultés scolaires des enfants, par exemple en mathématiques, et de leur proposer des stratégies éducatives mieux adaptées à la structure de leur cerveau.

2.1.3 Représentations mentales d'un texte, *Valérie GYSELINCK*

Composantes verbales et visuo-spatiales dans la construction d'une représentation mentale d'un texte

Résumé.

Dans cet exposé, les caractéristiques des représentations mentales élaborées lors de la compréhension de textes ou de descriptions verbales seront tout d'abord évoquées en présentant rapidement la théorie des modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983). On s'interrogera ensuite sur les processus de construction de ces représentations en s'intéressant plus particulièrement au rôle de la mémoire de travail (Baddeley, 1986). Diverses données empiriques seront présentées, montrant l'implication des composantes verbales et visuo-spatiales de la mémoire de travail dans la construction de ces représentations, en fonction des caractéristiques des textes présentés mais aussi des lecteurs.

Introduction.

La notion de représentation mentale est très fortement présente en psychologie cognitive qui postule, c'est à dire envisage avec risques, l'existence de représentations cognitives naturelles et de propriétés qui leur seraient attachées. La tâche du psychologue va être de décrire les représentations, c'est-à-dire d'énoncer les propriétés présumées d'entités supposées exister dans l'esprit des individus. Ainsi une des questions va être : est-ce que les représentations entretiennent quelque forme de ressemblance avec les objets (sens large) qu'elles évoquent ou sont-elles plus abstraites et seraient alors plus proches de la notion de concept. Si c'est le cas, ça correspondrait plutôt à l'idée de format unique, et donc de degré élevé d'abstraction. Sinon, on est amené à faire plutôt hypothèse que l'information est représentée sous des formes différenciées, avec des propriétés différentes, des modes d'organisation différents, des conditions d'utilisations différentes. Ce que l'on va aborder ici, c'est la question des représentations cognitives élaborées lors d'une activité cognitive complexe : la compréhension du langage ou plus exactement la compréhension de descriptions verbales, en esquissant tout d'abord la théorie des modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983). On s'interrogera ensuite sur les processus de construction de ces représentations en s'intéressant plus particulièrement au rôle de la mémoire de travail. Pour cela, le modèle de mémoire de travail de Baddeley (1986) sera exposé suivi de diverses données empiriques, montrant l'implication des composantes verbales et visuo-spatiales de la mémoire de travail dans la construction de ces représentations, en fonction des caractéristiques des textes présentés mais aussi des lecteurs.

I. Les modèles mentaux

La théorie des modèles mentaux de Johnson-Laird, esquissée dans un article en 1980 et développée dans un ouvrage en 1983, est une théorie des représentations mentales mises en oeuvre dans le langage et le raisonnement. Dans le domaine du raisonnement, la notion de modèle mental est introduite par Johnson-Laird (1980) pour pallier les insuffisances des interprétations fondées sur le codage propositionnel des prémisses, propositions sur lesquelles la seule mécanique inférentielle consiste en l'application de règles formelles. Le point de vue de la logique formelle est particulièrement mis en défaut lorsqu'il s'agit de rendre compte de certains faits empiriques, erreurs systématiques, et en particulier du rôle des connaissances du monde du raisonneur. La théorie des modèles mentaux propose une interprétation des processus inférentiels en termes de modèles, et c'est également en ces termes qu'elle rend compte de la construction de la signification des phrases et de leur mise en relation lors de la compréhension de textes. La caractéristique de cette théorie est qu'elle est essentiellement sémantique, et non pas syntaxique. Ainsi, l'hypothèse centrale de la théorie des modèles mentaux est que, dans le domaine du langage comme dans celui de la pensée et du raisonnement, la description pertinente des processus mentaux est celle qui se réfère à la signification[1] de l'information traitée, plutôt qu'à sa forme. Lorsque les modèles mentaux interviennent dans le traitement du langage naturel, ils constituent une représentation de la situation qui sert de base au raisonnement et à la compréhension. Dans le domaine du traitement du langage, la compréhension d'un texte (ou d'un discours) dépend de trois niveaux de représentation : une représentation graphémique (ou phonémique) qui encode les lettres (ou sons) d'un énoncé, une représentation propositionnelle proche de la forme de surface des phrases et un modèle mental pour un exposé plus détaillé des représentations construites lors de la compréhension.

[1] Il faut distinguer la notion de sens, qui est attachée à des phénomènes linguistiques, de la notion de signification qui correspond au résultat de l'interprétation cognitive.

Les représentations propositionnelles, dont Johnson-Laird (1983) souligne les insuffisances, sont décrites comme des chaînes linéaires de symboles dans un langage mental doté d'une structure syntaxique arbitraire et d'un lexique proche de celui du langage naturel. Ainsi, la structure d'une représentation propositionnelle est analogue à celle de la phrase qu'elle représente et elle est composée de concepts en correspondance directe avec le sens des mots de la phrase. Ce traitement linguistique, réalisé de façon automatique, non volontaire et rapide pour le lecteur maîtrisant bien la langue, aboutit à une représentation propositionnelle du contenu explicite du texte.

A partir de cette représentation propositionnelle, un modèle mental peut être construit, qui est défini comme la représentation de l'état de choses ('*state of affairs*') décrit par le texte. Le modèle mental permet de rendre explicite la structure non pas des phrases, mais des situations telles que nous les imaginons ou les percevons. Le modèle mental est une représentation de l'état de choses décrit et ne correspond à aucune de ses représentations linguistiques. Il intègre les connaissances générales et spécifiques du lecteur par la mise en jeu d'inférences. Il est donc à la fois produit et source d'inférences. Sa structure est analogique. Un modèle contient un *token* pour chaque individu ou entité auquel il est fait référence. Les propriétés des entités sont représentées par les propriétés de leurs tokens correspondants, et les relations entre les entités exprimées dans le texte sont représentées par les relations entre les tokens. Il n'y a pas de correspondance physique directe entre le token dans le modèle et l'entité dans le monde, mais il peut y avoir une similitude structurale. Ainsi, un modèle est une représentation symbolique dont la structure est analogue à la situation décrite par la phrase et non à la phrase elle-même.

Figure 1 : une représentation du modèle correspondant à l'assertion « Le cercle est à droite du triangle »

Par exemple, à l'assertion "Le cercle est à droite du triangle" correspond le modèle présenté à la figure 1, dans lequel au cercle et au triangle correspondent deux tokens. Les propriétés des entités cercle et triangle sont représentées par les propriétés des tokens et la relation entre ces entités (relation spatiale "à droite de") est représentée par la relation entre les tokens. Le modèle peut alors être subjectivement vécu comme une image mentale. Et en effet, il s'agit de deux modes de représentations analogiques qui fournissent aux sujets qui les créent des équivalents cognitifs du monde et sur lesquels peuvent donc s'appliquer des procédures identiques à celles qui s'appliquent au monde lui-même. Cependant, la parenté entre image mentale et modèle mental ne doit pas conduire à assimiler les deux notions. Les images mentales selon Johnson-Laird (1983) correspondent à des vues particulières des modèles. Le modèle mental permet la prise de différentes perspectives, alors que l'image correspond à un certain point de vue. De plus, l'image présente un fort degré d'analogie avec l'état de choses dans le monde, alors que si tout modèle mental possède un certain degré d'analogie avec cet état de choses, ce degré d'analogie peut être variable. Enfin, les relations représentées dans une image mentale sont essentiellement de nature spatiales alors qu'un modèle mental peut représenter des relations de nature diverse, autre que spatiale : temporel et causal. Denis et de Vega (1993) proposent de considérer l'image mentale comme une procédure contribuant à construire le modèle mental et une fois construit, constituerait un instrument d'instanciation du modèle mental , ainsi, l'image serait *« un mode de spécification privilégié des modèles mentaux lorsque ces modèles incluent des modèles figurables, que celles ci soient de nature spatiale ou quasi spatiale »* (Denis et de Vega, 1993, p. 90).

Ainsi, le modèle mental est une représentation de la situation évoquée par un texte, il est source et produit d'inférences, et sa structure analogique lui confère un statut particulier par rapport aux images mentales. De plus, sa construction est optionnelle, non systématiquement réalisée par tous les lecteurs. Un des paramètres qui vont contribuer à la facilité ou non à construire ce modèle, tient aux capacités limitées de la mémoire de travail (MDT).

II- La mémoire de travail (modèle de Baddeley)

Le terme de mémoire de travail, apparu en 1960, est généralement employé en psychologie cognitive pour référer à un système de capacité limitée permettant le stockage temporaire et la manipulation d'informations nécessaires à la réalisation de tâches complexes telles que la compréhension, l'apprentissage et le raisonnement. Il s'agit d'un concept durable qui, dans une forme ou une autre est activement utilisé dans de nombreux domaines des sciences cognitives, incluant principalement la psychologie cognitive, la neuropsychologie, la neuro-imagerie, la psychologie du développement, et la modélisation computationnelle. Le modèle multi-composantes de mémoire de

travail proposé initialement par Baddeley & Hitch (1974) a été développé à partir du concept plus ancien de mémoire à court terme, supposé comprendre un système de stockage temporaire unitaire de capacité limitée. C'est le modèle le plus ancien et auquel il est fait le plus classiquement référence en psychologie cognitive. C'est également celui qui a suscité et continue de susciter le plus de validations empiriques. Son succès tient à sa capacité à rendre compte d'une multitude de faits relatifs au fonctionnement cognitif normal ou pathologique dans des domaines variés.

Dans sa version d'origine, le modèle comprenait un système attentionnel de contrôle, le « centre exécutif » ou « administrateur central », assisté de deux systèmes dits « esclaves », la « boucle articulatoire » (appelée préférentiellement ensuite « boucle phonologique ») et le « calepin visuo-spatial » (voir figure 2). La boucle est un système supposé maintenir les informations verbales ou prononçables, en utilisant un registre de stockage temporaire et un mécanisme de répétition (ou récapitulation) articulatoire ou subvocale dont le rôle est de prolonger le maintien de la trace phonologique et ainsi retarder l'oubli. La répétition subvocale permet le rafraîchissement par réactivation cyclique et permet également la conversion d'un stimulus visuel (mot non-mot ou dessin significatif verbalisable) en code phonologique.

Le calepin est supposé pour sa part assurer le maintien de l'information visuo-spatiale. Comme pour la boucle, ce système comprendrait une composante de stockage passif et serait doté d'un mécanisme actif de rafraîchissement de l'information visuo-spatiale. Il semble y avoir actuellement un certain consensus sur l'existence de deux composantes distinctes dans le calepin, l'une spatiale et l'autre visuelle (voir Logie, 1995). Ces deux composantes, interdépendantes, sont un système passif de stockage visuel, le « cache visuel », et un mécanisme de récapitulation spatial actif, le scribe interne (« *inner scribe* »). Le contenu du cache visuel serait sujet au déclin et à l'interférence des nouvelles entrées visuelles. Ce registre de stockage sous-tendrait les performances dans certaines tâches d'imagerie et permettrait le maintien temporel d'informations non spatiales comme la couleur, l'intensité lumineuse ou la forme. Bien que le cache puisse représenter des localisations spatiales sous la forme de patterns visuels statiques, la rétention de localisations spatiales ou de mouvements requérait l'opération de l'inner scribe. C'est le mécanisme actif de ce dernier qui permettrait le rafraîchissement du contenu du cache.

Le centre exécutif ou administrateur central est la composante la plus importante mais la plus mal comprise du modèle. A l'origine, il était considéré comme un ensemble de ressources de traitement, auquel on pouvait assigner tout ce qui ne semblait pas être relié aux sous-systèmes. Ainsi, ce centre exécutif pouvait assurer à la fois des fonctions de contrôle exécutif ou de stockage complémentaire. Par la suite, le centre exécutif n'a plus été considéré comme pouvant assurer cette fonction de stockage. Pour spécifier le concept, Baddeley (1986) a proposé de s'appuyer sur le modèle de contrôle attentionnel de Norman & Shallice (1986) qui divise le contrôle en deux processus, le premier s'appuie sur le contrôle du comportement par le biais de routines ou schémas, se déclenchant par des indices de l'environnement et le second est le contrôleur attentionnel, le SAS (système attentionnel superviseur) qui peut intervenir quand le contrôle de routine est insuffisant. L'administrateur dans le modèle de MDT correspond alors au SAS. Ainsi, le centre exécutif est décrit comme une composante de contrôle, dont les fonctions sont multiples : coordination des systèmes esclaves, contrôle des stratégies d'encodage et de récupération, gestion attentionnelle et activation temporaire des informations en mémoire permanente.

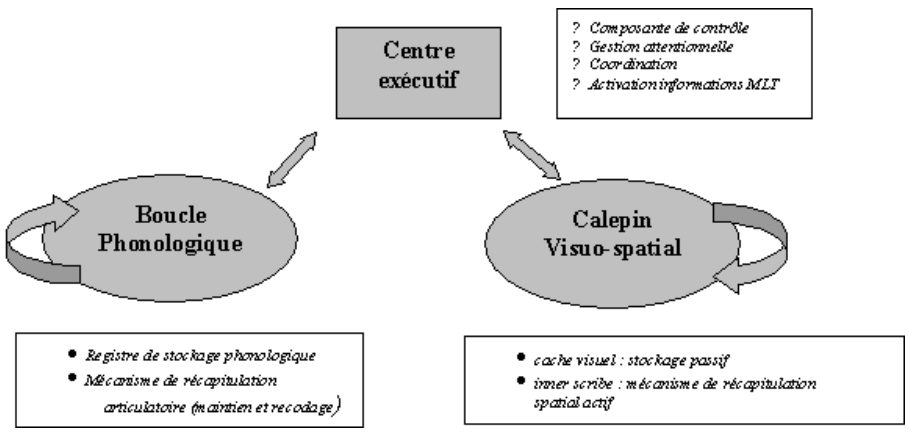


Figure 2. Une représentation du modèle de mémoire de travail de Baddeley (1986)

Ce modèle de MDT a subit peu de modifications jusqu'à récemment (Baddeley, 2000), étant considéré jusqu'alors comme satisfaisant pour rendre compte des données existantes. Des modèles

alternatifs ont été développés ces quinze dernières années et en 1999 Miyake et Shah ont édité un ouvrage dans lequel ils ont confronté différents modèles de MDT en demandant à leurs auteurs de répondre à un certain nombre de questions. Le bilan fait, révélant les points de consensus et de divergence entre les modèles, a également mis à jour les questions auxquelles la recherche actuelle devait répondre. Il s'avère ainsi que le rôle de la mémoire de travail dans des tâches cognitives complexes telle que la compréhension de textes n'est pas très clairement élucidé. En particulier, on manque d'éléments pour expliquer comment les sous-systèmes de la MDT fonctionnent ensemble lors de ce type d'activité. D'autre part, des questions subsistent quant à la relation entre MDT et mémoire à long terme et connaissances.

III- Composantes visuo-spatiales et compréhension de textes

Le rôle de la mémoire de travail, en tant que système de stockage temporaire et de traitement de l'information de capacité limitée, dans la compréhension de textes, a été attesté dans de nombreuses études. Et en effet, lorsqu'on lit un texte, on doit traiter les nouvelles informations, les interpréter, stocker temporairement les produits de ces traitements afin de pouvoir les relier aux informations que l'on va lire ensuite, etc. La plupart des études ont étudié le rôle de la composante verbale mais les textes peuvent véhiculer des informations autres que verbales et le rôle de différentes composantes de la MDT doit être alors exploré.

Un exemple : la MDT et la compréhension de textes illustrés

Dans le cadre de l'étude des processus impliqués dans la compréhension de textes et des illustrations qui contribuent à formation d'une représentation mentale élaborée, un modèle mental, la question s'est posée de déterminer comment la MDT intervient dans la construction de ces représentations. Ainsi, Gyselinck, Cornoldi, Ehrlich, Dubois, & de Beni (2002) ont cherché à déterminer dans quelle mesure l'intégration d'informations verbales et iconiques dans la compréhension fait appel à et est contrainte par les différentes composantes de la MDT et ont étudié la mise en jeu de mécanismes de stockage spécialisés tels qu'ils sont définis dans le modèle de Baddeley (1986) : la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Les auteurs se sont appuyés pour cela sur le **paradigme de double tâche**. Ce paradigme est en partie à l'origine du modèle de Baddeley et Hitch (1974). Le raisonnement est que si deux tâches requièrent les mêmes processus cognitifs ou entrent en compétition pour les mêmes systèmes de stockage de capacité limitée, alors il sera impossible de réaliser les deux tâches ensemble aussi bien que les tâches isolées. Si on sait qu'une certaine tâche fait appel à un certain processus, on peut la combiner avec une autre tâche, moins bien comprise, pour déterminer si cette dernière tâche implique le même processus. On demande alors au sujet d'effectuer en parallèle avec une tâche dite primaire, une tâche dite secondaire mobilisant des processus de traitement dont on suppose qu'ils sont également impliqués dans la réalisation de la tâche primaire. L'interférence est la dégradation de performance observée en situation de double tâche par rapport à une situation de tâche simple.

Gyselinck et al. (2002) ont utilisé deux tâches concurrentes : la tâche concurrente verbale, visant à mobiliser la boucle phonologique, consistait en la production répétée à voix haute de la suite de syllabes *"ba be bi bo bu"*, au rythme d'une syllabe par seconde ; la tâche concurrente spatiale visant à mobiliser le calepin visuo-spatial, consistait en une tâche de "*tapping"* sur 4 boutons-poussoirs disposés en losange, en boucle dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, au rythme d'un bouton par seconde. Les effets d'interférence de la tâche concurrente sur les performances de compréhension ont été évalués par rapport à une condition contrôle dans laquelle aucune tâche concurrente n'était réalisée par le sujet. Les textes utilisés dans cette expérience décrivent des phénomènes simples de physique *(l'électricité statique, l'électrolyse, la pression des gaz*,…). Après la lecture sur écran d'ordinateur des 9 phrases des textes, chacune pouvant être accompagnée d'une illustration, la compréhension est évaluée à l'aide de plusieurs questions : des questions factuelles et des questions faisant appel à des inférences. Des mesures individuelles de la capacité de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial ont de plus été conduites, afin de pouvoir étudier l'influence de la capacité des sous-systèmes de la mémoire de travail dans la réalisation des processus de compréhension.

Les résultats aux questions montrent (voir figure 3) que, conformément aux attentes les illustrations favorisent la compréhension dans la condition contrôle sans tâche concurrente. Cet effet bénéfique disparaît lorsqu'une tâche concurrente de tapping est réalisée, mais pas lorsque une tâche concurrente articulatoire est réalisée. Cette dernière affecte les performances, mais aussi bien lorsque les textes sont illustrés que lorsqu'ils sont présentés seuls. Ces résultats, combinés avec ceux d'une deuxième expérience présentée dans l'article, suggèrent que la boucle phonologique est mise en jeu dans la compréhension de textes présentés seuls ou avec illustrations et que le calepin visuo-spatial est impliqué dans la compréhension de textes accompagnés d'illustrations.

D'autre part, des groupes extrêmes de sujets ont été constitués à partir de leur empan spatial mesuré par l'épreuve des blocs de Corsi, qui consiste à reproduire le pointage successif de séries croissantes de blocs de bois disposés aléatoirement sur une planche. L'analyse des performances des groupes contrastés révèle alors que les sujets dont les empans sont les plus élevés sont ceux qui bénéficient des illustrations et qui sont sélectivement perturbés par la tâche de tapping, alors que les sujets dont l'empan spatial est faible ne présentent pas un tel pattern de résultats.

D'autres expériences ont été conduites selon le même principe, avec d'autres textes, évoquant ou véhiculant des informations visuo-spatiales mais ne les présentant pas sous forme graphique. Ainsi, De Beni, Pazzaglia, Gyselinck, & Meneghetti, (2005) utilisant des textes décrivant des environnements spatiaux, ont montré à l'aide de ce même paradigme de double tâche l'implication de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial dans l'élaboration d'un modèle mental.

Conclusion.

Ces études confirment, conformément à ce que l'on pouvait légitimement attendre selon le modèle de MDT de Baddeley, que la boucle phonologique est impliquée dans la compréhension de textes, et donc dans l'élaboration d'un modèle mental construit à partir d'informations verbales. Le calepin visuo-spatial serait également impliqué, dès que des informations visuo-spatiales sont véhiculées, directement par une représentation graphique (textes illustrés) ou seulement évoquées (description d'un itinéraire). Un point important qui émerge également, est le fait que de façon récurrente, il s'est avéré que l'implication de ces composantes pourrait dépendre des capacités individuelles, ce qui a des incidences dans la conception des outils de formation.

Bibliographie.

Baddeley, A.D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation*, vol. 8, 47-89. NY: Academic Press.

Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer : A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences,* 4 (11), 417-423.

Denis, M., & de Vega, M. (1993). Modèles mentaux et imagerie mentale. In M.-F. Ehrlich, H. Tardieu, & M. Cavazza (Eds.) *Les modèles mentaux : approche cognitive des représentations* (pp. 79-100). Paris: Masson.

De Beni, R., Pazzaglia, F., Gyselinck,V. & Meneghetti, C. (2005). Visuospatial working memory and mental representation of spatial descriptions. *European Journal of Cognitive Psychology, 17 (1),* 77-95.

Gyselinck, V., Cornoldi, C., Ehrlich, M.-F., Dubois, V., & de Beni, R. (2002) Visuospatial memory and phonological loop in processing texts and illustrations. *Applied Journal of Cognitive Psychology*, *16*, 665-685.

Johnson-Laird, P.N. (1980). Mental models in cognitive science. *Cognitive Science*, *4*, 71-115.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, Cambridge University Press.

Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial Working Memory*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Norman, D.A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R.J. Davidson, G.E. Schwarts, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Advances in research and theory*, Vol. 4, pp 1-18. New York: Plenum Press.

Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Autres références utiles en français :

Gaonac'h, D. & Larigauderie, P. (2000). *Mémoire et fonctionnement cognitif : La mémoire de travail*. Paris, Colin.

Ehrlich, M.-F. (1994). *Mémoire et Compréhension du Langage*. Presses Universitaires de Lille.

Gyselinck, V. (1996). Illustrations et modèles mentaux dans la compréhension de textes. *L'Année Psychologique*, *96*, 495-516.

2.1.4 Apprentissage de la physique, *Andrée TIBERGHIEN*

Introduction aux choix théoriques sur l'apprentissage d'un savoir scientifique

Connaissances naïves = connaissances que les gens construisent dans la vie de tous les jours (non enseignées), ici limitées à celles sur le monde matériel.
Quelles sont-elles ? Comment évoluent-elles jusqu'à l'adolescence ? Sur quel type de connaissances ? quelles sont les situations qui permettent l'évolution ?

Hypothèse : toute personne interprète une nouvelle information à partir de ce qu'elle sait déjà.

Choix en débat : les gens ont-ils des connaissances cohérentes ou des îlots de connaissances indépendants ?
Il y a des cohérences, des cadres théoriques généraux (Carey, Vosniadou)
Ex : un bébé est surpris quand deux billes ne s'entrechoquent pas « normalement » car il a déjà du « préconçu ». La causalité est un moyen d'explication dès le plus jeune âge. Les êtres humains ont des théories spécifiques en fonction du domaine phénoménologique.
Pour les êtres humains, le monde n'est pas le chaos et établissent des théories pour mettre de l'ordre.
Les enfants ont des théories pré-établies pour catégoriser le monde. Ces cadres théoriques et les théories scientifiques peuvent être très différents : la catégorisation du monde peut être profondément différente d'une personne à l'autre.
Illustration avec expériences faites sur classes de 5^{e}. Ex : équilibre thermique.

Interprétation avec les « cadres théoriques » : on place les élèves en situation pour partir de leur connaissance du monde avant de faire le lien avec les cadres théoriques.

Avant enseignement
Si une substance est chauffée, alors un événement se produit.
Après enseignement
Si une substance pure est chauffée alors un événement se produit jusqu'à la T°maxi qui reste stable.

Qu'est-ce qui évolue ?
Connaissances spécifiques même si capacités générales sont reconnues : changement de théorie par rapport à des représentations mentales acquises spontanément. Mais difficulté à rompre avec ses perceptions.
En fait, il n'y a pas remplacement d'une connaissance par une autre mais ajout et/ou réorganisation.

Actuellement, dans la majorité des approches en didactique des sciences, l'élève va construire du sens : il va découper le savoir en éléments simples et les situer par rapport à ses propres références. Les apprentissages en enseignement vont consister à faire évoluer son modèle dans le sens des cadres théoriques scientifiques.

Difficulté essentielle : décomposer ce qui est théorique et ce qui est de l'ordre des objets et du monde réel, fonctionner en relation avec ces deux mondes (entre concepts et réalité concrète).
De l'un à l'autre, le langage est différent : il y a possibilité de s'exprimer en langage naturel, en relation algébrique, en graphiques, en schémas…

Une approche en situation d'enseignement : observer ce que fait l'étudiant, interpréter ce qu'il comprend (différent de ce qu'il va acquérir), faire le lien avec les acquisitions. L'observation est rapide mais l'acquisition est longue avec des échelles de temps de types variables.

Résultats :
Plusieurs types de connaissances coexistent.
Continuité des connaissances naïves du bébé à l'adulte : la perception est un puissant vecteur de construction des connaissances dès la naissance.
Mais pas d'incompatibilité avec l'acquisition théorique

Les enfants ont une grande capacité de raisonnement dans les domaines où ils sont familiers, or les enfants sont novices dans de nombreux domaines : d'où nécessité de maîtriser le domaine

d'argumentation pour argumenter intelligemment et acquérir le vocabulaire pour verbaliser (avoir les mots pour dire).

Certains éléments théoriques sont plus faciles à acquérir que d'autres . L'enseignant ne perçoit pas la même chose que l'élève (les bulles de l'eau qui bout et non le thermomètre).

Quelquefois, il est difficile de remettre en question les théories naïves . On a la possibilité de le faire à l'aide d'activités qui donnent un modèle des interactions.
Ex : interactions table/objet/terre. Il est plus difficile de passer de la réalité au modèle que de partir du modèle pour l'interpréter.

Perspectives :
Recherches sur les relations entre situations d'enseignement et acquisitions des élèves. Japon, Finlande, Hong Kong : excellents résultats études des causalités : quelles sont les caractéristiques pertinentes qui jouent un rôle dans la différence des résultats obtenus ?

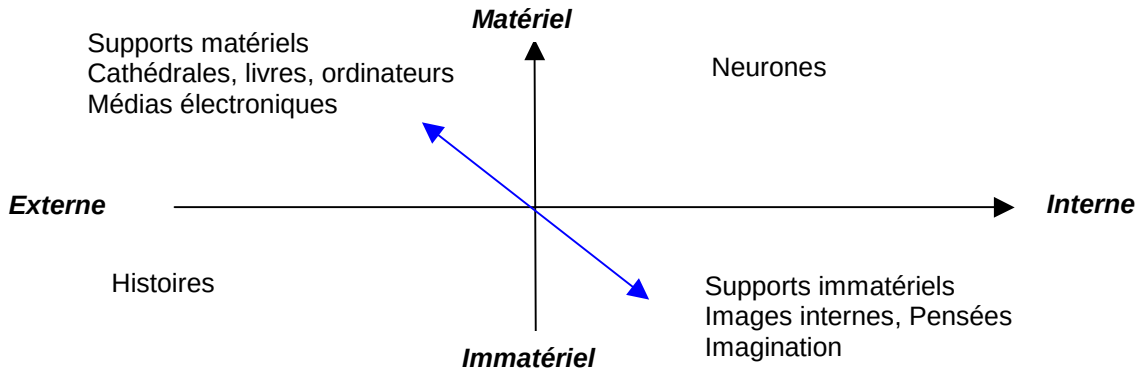
2.1.5 Stratégies de mémorisation, *Jean- Gabriel GANASCIA*

Etude des supports de mémoires et transformations induites par les nouvelles technologies sur la mémoire.
Dispositifs de stockages
Mémoire interne/externe (immatérielle interne, mémoire physique et supports internes…)
Arts de la mémoire
Médias et mémoires (galaxie Gutemberg, Galaxie électrique)
Rafraîchir les médias (médias chauds/froids) : transformer le plan en une île

I- Les dispositifs de stockage d'infos… ne sont pas des mémoires !

Extension abusive car pas processus psychique (de réminiscences et d'oubli).

Essayons de regarder ce que recouvre le terme mémoire, ses différents aspects :
Mémoire interne/ externe (supports matériels aidant à se souvenir)
Mémoire immatérielle (non physique)/matérielle



A- Mémoire matérielle : supports externes

V. Hugo a dit *« ceci n'est plus cela, le livre tuera l'édifice »* : la mémoire était ancrée dans les cathédrales avant diffusion du livre industriel
Aujourd'hui, il y a densification des supports de mémoire, avec les nouvelles techniques de mémorisation (microscopie de proximité : miniaturisation des supports) : tablette électronique de lecture

B- Mémoire physique : supports internes

Appareil cérébral, cellules, génome, ADN, neurones…

C- Mémoire immatérielle externe

Histoires, contes,
Modélisation approchant ce que sont nos mémoires individuelles : réseaux sémantiques…

D- Mémoire immatérielle interne

Réseau sémantique : pensées.

Dans quelle mesure ces supports externes influent-ils (sont-ils néfastes/ offrent-ils une assistance) à nos mémoires internes ? La confiance qu'on met dans des supports matériels externes nous fait négliger nos capacités sémantiques

II- Les arts de la mémoire

Biblio : Paolo Rossi « les arts de la mémoire »

Origine des arts de la mémoire : la légende de Simonide de Ceos (poète payant).
Invité après les Olympiades à chanter les louanges d'un athlète, il intercale les louanges à deux demi-divinités. Le seigneur ne lui paie donc que la moitié de la somme due mais l'invite en contre-partie au banquet. Lors de ce banquet, deux jeunes gens viennent demander Simonide de Ceos, qui sort à leur

rencontre. La maison s'écroule derrière lui : il essaie de se souvenir de la place occupée par chaque défunt pour remettre les corps aux familles.
Son procédé de mémorisation est devenu célèbre. Il essaya, par une spatialisation, de redonner sa place à chacun. Ce système va être développé.
Pendant longtemps (Antiquité, Moyen Age, Renaissance), les intellectuels et érudits passaient leur temps à mémoriser des lieux de mémoire pour visualiser des problèmes concrets, des éléments à retenir, un texte à analyser… en développant une symbolique pour inscrire dans ces lieux les informations (Ex : tour de la grammaire, jardin de l'alchimie…). C'est un procédé inspiré des arts de la mémoire que nous allons utiliser plus loin.

III- Incidences des médias électroniques sur nos mémoires

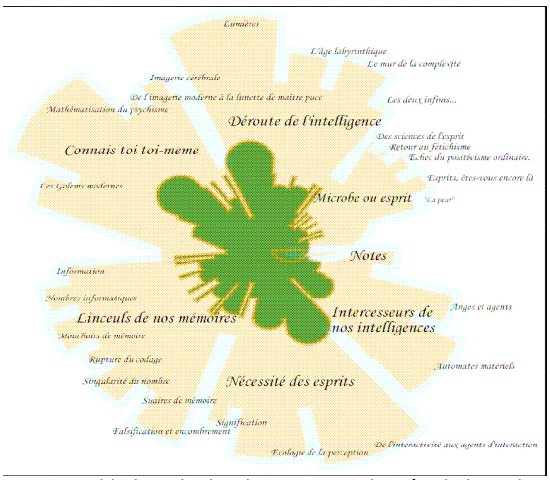
Livres électroniques (tablettes numériques : e-books…un peu dépassé)

A- Marshall Mc Luhan, prophète de la modernité (1911/1980)

Ses théories : à partir de l'imprimé, il a fallu codifier l'écrit de façon contraignante (linéarité dans le texte due à la typographie). L'ajout du son et de l'image est alors positivé. L'électricité va nous affranchir de ces contraintes. On pourra dire qu'il y aura un village global, où le monde sera à l'unisson (internet ?) pour l'information (comme le tam-tam de village). Le message, c'est le médium : c'est le support de l'information qui va changer l'information, comme Luther et la Bible imprimée.
Mc Luhan , en 1960, dresse une typologie des médias en opposant médias chaud ou froid (mais pour lui, le chaud est l'échauffement des esprits donc négatif et le froid est positif : cool)
Chaud : un seul sens de codification
Froid : tous les sens, téléphone pour communiquer, idéogrammes (=> vision datée)
Les médias électroniques paraissent plus froids par l'intégration de plusieurs sortes de représentations et la libération de la contrainte linéaire. Mais en fait, ils seraient classifiés « plus chaud » car sans odeur, sans épaisseur (difficulté de mémorisation), d'où la nécessité de les « rafraîchir ».

B- Comment « rafraîchir » les médias électroniques

En utilisant la représentation cartographique insulaire.
Elle peut servir à redonner une structure spatiale au livre en y ajoutant plusieurs dimensions par la création d'une île imaginaire, en fonction de la table des matières et du nombre de pages, par un logiciel approprié.
Cela permet de faire des études d'usage (comment les gens ont parcouru le livre) et d'accrocher des images de rappel.
Travail sur le livre électronique : la mémorisation est-elle meilleure avec ce type d'outils ?
Difficulté de Power Point : fluidité qui ne facilite pas forcément la mémorisation (comme au cinéma : passivité)



Cartographie imaginaire de « 2001, Odyssée de l'esprit »

Q : comment faire apparaître l'importance non pas en nombre de pas mais de l'importance essentielle de certains passages par rapport au autres ? ou le degré d'affectivité ?
Par couleurs, intensité des couleurs… possibilité de renforcer les aspects conviviaux en accentuant le caractère géographique ou créatif. Cette île est une ébauche et va être enrichie.

2.2 Synthèse des conférences du 13 avril, *Nathalie SABAH*

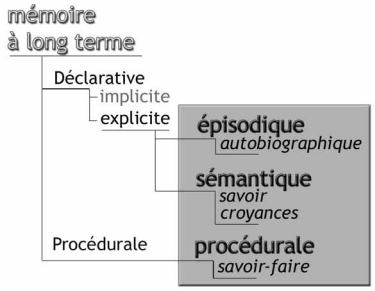
Enseigner nécessite une connaissance approfondie du sujet, prendre conscience des processus d'acquisition de ces connaissances permet d'en rendre la transmission plus efficace. Mieux comprendre ce qui se passe dans notre propre esprit lorsque nous réfléchissons nous donne un point d'accès aux mécanismes sous-jacents au raisonnement.
L'objectif de ces journées Apprentissages 2005 est ainsi de préciser ce qui se passe lorsqu'on raisonne. Si les connaissances scientifiques actuelles sur le fonctionnement du cerveau ne permettent pas de localiser l'affectivité ou l'intelligence, on est capable à ce jour de préciser que telles zones du cerveau sont dévolues à la lecture, telles autres à l'addition des entiers…
Enseigner consiste à agir sur l'organisation des informations qu'ont mémorisées les auditeurs.
Nous avons vu les éléments suivants concernent la mémoire :

- La mémoire à long terme contient ce qu'on a appris (Guy Tiberghien)
- La mémoire de travail, où sont traitées les informations, avant qu'elles soient transférées en mémoire à long terme.
- Quelles sont les ressources de la mémoire de travail (Valérie Gyselinck) traitant des données à inscrire en mémoire à long terme.
- Cette inscription est aussi une réorganisation des informations associées qui se trouvent déjà en mémoire à long terme (Andrée Tiberghien, Stanislas Dehaene)
- Ce traitement des informations peut se faire selon une position ego/allo centrée (Alain Berthoz)

Apprentissage et mémorisation sont considérés comme des modifications d'un organisme, de sa mémoire. Et que sait-on du fonctionnement de la mémoire ? Selon Guy Tiberghien, les partisans de l'approche fonctionnelle privilégient l'idée que la mémoire est un système unifié dont on distinguera les modalités d'accès implicite (inconscient) ou explicite (conscient). D'autres l'envisagent sous l'aspect de différents modules qui interagissent : il s'agit alors de l'approche structurale.

2.2.1 Organisation de la mémoire à long terme

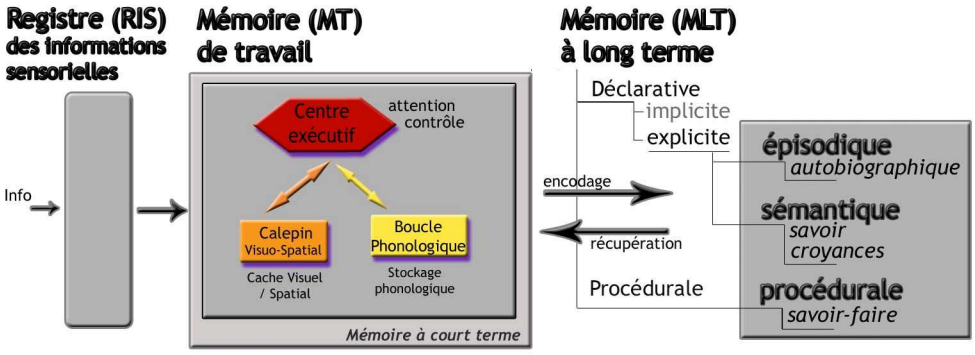
En combinant ces approches, la mémoire peut être modélisée en distinguant la mémoire **procédurale** (*celle du savoir-faire*) et la mémoire **déclarative** (*celle des connaissances sur le monde et sur soi*). Cette mémoire déclarative se subdivise en mémoire **implicite** (*ce qu'on sait sans garder le souvenir de comment l'avoir appris*) et mémoire **explicite** qui se scinde quant à elle en mémoire **sémantique** (*celle du langage, des concepts*) et mémoire **épisodique** (*dont la mémoire autobiographique*). C'est la mémoire explicite qui nous intéresse dans le cadre de l'apprentissage.



Les différents modules correspondent à une distinction logique et non pas à une réalité physique puisqu'on pense, à ce jour, que la mémoire est distribuée dans toutes les zones du cerveau. Pourtant, sans tomber dans l'écueil d'une phrénologie moderne, l'exploitation d'images obtenues par résonance magnétique montre quelles zones du cerveau sont activées lors de tâches mentales spécifiques comme la lecture. Ainsi, Stanislas Dehaene présente les images mettant en évidence l'activité qui prend place et s'étend peu à peu dans une région particulière du cerveau (le sillon occipito-temporal) lorsqu'un individu lit. Les expériences répétées montrent que cette zone entre en activité au bout de quelques dixièmes de seconde de lecture et ce, quel que soit l'individu concerné. On appréhende ainsi actuellement de mieux en mieux les mécanismes mentaux mis en œuvre lors de tâches cognitives.

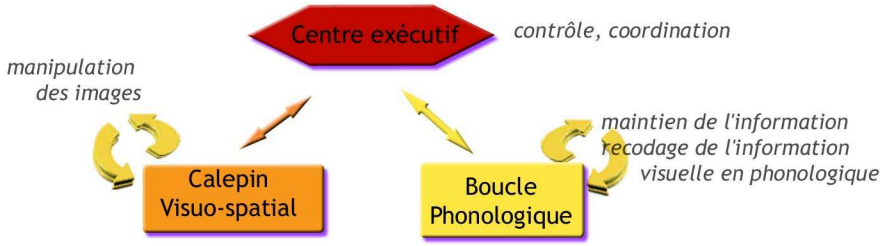
2.2.2 Fonctionnement de la mémoire de travail

Une fois précisée l'organisation de la mémoire dite à **long terme**, on s'intéresse à la manière dont un processus de raisonnement y fait appel. On constate alors que la perception par l'un de nos sens d'un signal extérieur s'inscrit quasi tel quel dans une mémoire sensorielle appelée **registre des informations sensorielles** (**RIS**). L'information sensorielle est ensuite traitée dans ce qu'on appelle la **mémoire de travail** qui est une mémoire à court terme ne pouvant manipuler que 5 à 7 items simultanément. S'il s'agit d'une information dont on veut disposer à plus longue échéance, elle devra être encodée pour être mémorisée en mémoire à long terme.



2.2.2.1 Représentations mentales visuelles et auditives

Valérie Gyselinck précise que cet encodage se fait via deux modules : l'un traitant visuellement les données (appelé le **calepin visuo-spatial**) et l'autre, phonologiquement (la **boucle phonologique**). Cette distinction se réfère au modèle le plus connu, celui de Baddeley, (Baddeley et Hitch 1974, Baddeley 1986).



Modèle de Baddeley

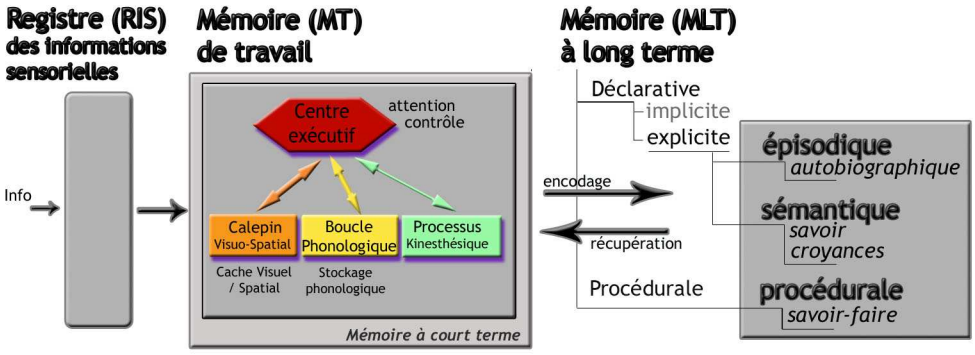
À cela s'ajoute un centre de contrôle où s'opère la coordination de ces ressources, se décide l'attention qui leur sera accordée… Des études menées sur la mémoire de travail précisent que calepin visuo-spatial et boucle phonologique sont des ressources dont on dispose, dans une certaine mesure, à tour de rôle : si on les sollicite simultanément, on constate parfois une diminution de leur efficacité globale. Il peut s'avérer utile d'allier successivement représentations visuelle et auditive quand on souhaite faciliter la compréhension.

2.2.2.2 Réorganisations des données

Apprendre et mémoriser ne consistent pas seulement à imprimer des données nouvelles, mais aussi à modifier des notions déjà acquises. Cela s'avère plus facile pour certaines notions que pour d'autres. Stanislas Dehaene nous montre par exemple que, pour l'homme et l'animal, il est inné de confondre deux objets différents mais symétriques selon un axe vertical. Or l'apprentissage de la lecture nécessite de briser cette identification naturelle. L'apprentissage de la lecture conduit à modifier cette confusion innée. Andrée Tiberghien présente la notion de « connaissances naïves d'un élève », c'est-à-dire ces connaissances acquises dans sa vie quotidienne. L'apprentissage de la physique ne consiste pas uniquement à apprendre des lois, mais aussi à ajuster la connaissance « naïve » aux connaissances scientifiques.

2.2.2.3 Position ego/allo-centrée

Pour Alain Berthoz, la relation à l'espace négligée jusqu'ici est cruciale. Il existe par exemple des capteurs situés dans l'oreille interne : le système vestibulaire servant à re-créer le repère stable dans lequel on évolue lorsqu'on est en mouvement (c'est ce qui permet, par exemple à un singe de sauter de branche en branche). S'ajoute donc aux deux types de traitement de l'information auditive et visuelle, le type kinesthésique (traitant les informations motrices et proprioceptives) .
Par ailleurs, Alain Berthoz introduit l'intensité avec laquelle peuvent être perçus ces ressentis. Il est possible d'avoir des représentations mentales visuelles comme si on était extérieur à la scène (selon une perception dite allo-centrée). On peut également être à l'intérieur de la scène (selon une perception dite ego-centrée). L'intensité des sensations éprouvées est supérieur en position ego-centrée.
On propose un modèle intégrant la mémoire kinesthésique.



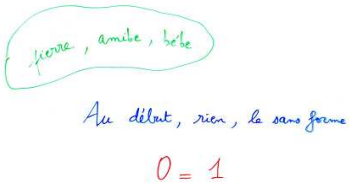
Les connaissances sur le fonctionnement du cerveau bénéficient, nous l'avons vu, de l'exploitation des images à résonance magnétique qui complètent les études comportementales. Aussi enthousiasmantes soient-elles, ces connaissances ne sont pas directement utilisables pour préparer un cours. L'objectif de ces journées est donc de déterminer comment utiliser pratiquement ces connaissances scientifiques pour améliorer l'enseignement.

3 JOURNEE DU 14 AVRIL

3.1 SE REPRESENTER POUR MIEUX PENSER : DE LA THEORIE AU MODELE, *ALAIN FINKEL*

À la recherche d'une architecture cognitive

Essai de neuro-philosophie…



Partons du commencement. Au début la cellule, la pierre, présent, existant sans émotion ni pensée. Présence sans conscience réflexive ni témoin du soi. Un, sans deux. Puis un peu de pensées et d'émotions pour améliorer la survie.

3.1.1 Survivre (avoir et défendre un territoire)

Au début, il s'agit de survivre et d'assouvir ses besoins: manger, boire, maintenir une température constante, respirer, évacuer ses déchets (et oui !), dormir. Mais aussi se protéger des prédateurs : fuir, combattre, ne pas être mangé. Ne pas devenir une proie, c'est-à-dire de la nourriture pour l'autre.
Ne pas devenir l'autre ! Agrandir, défendre son territoire. Se reproduire, tout ceci est câblé.

Donc défendre ses frontières, celles de sa peau et de son territoire, ainsi que celles de son espace social, son rôle dans le groupe qui assure protection. Avoir sa place dans le groupe et continuellement obtenir des signaux de reconnaissance de cette place donc de la sécurité (la bien nommée « sécurité sociale »). Il s'agit d'un enjeu vital.

Qu'est-ce qu'une frontière ? Pour la cellule, il s'agit d'une membrane qui reconnaît le bon du mauvais, et laisse passer le bon en refusant le mauvais. De là naissent aussi le bien et le mal, le plaisir et la douleur. Chercher, découvrir, prendre, éviter puis se mouvoir pour aller toucher.
Le toucher est premier : voir, entendre, sentir, c'est être touché par des grains de lumière, des ondes sonores, des molécules odorantes.

3.1.2 Vivre (accroître son territoire et ne pas mourir)

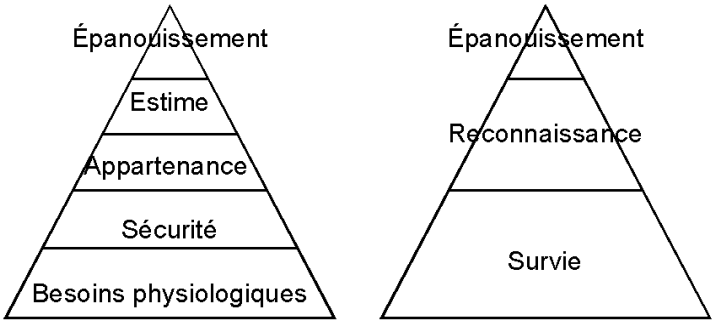
Agrandir ses territoires : disposer de son corps, de ses émotions et de ses pensées. Obtenir des objets, se faire des relations. Agrandir son territoire espace/temps. Obtenir du temps pour soi. Se déplacer librement. Ne pas être capturé, réduit en esclavage : que ce soit physiquement (autrui utilise notre corps pour son plaisir ou intérêt), mentalement (autrui nous empêche de penser, envahit notre espace psychique, pense pour nous) ou socialement (autrui nous contraint dans l'espace et le temps). La reconnaissance du groupe rassure car le groupe protège nos frontières: l'argent et le pouvoir social rassurent. Alors vouloir plus de sécurité, plus de plaisir, moins de souffrance, plus de temps de vie, de vacances, de voyages, de relations, plus de stimulations, plus d'argent, …
L'autre, en me reconnaissant, accepte mes frontières donc me rassure sur mon existence physique et psychologique.

Mais la pensée prend de l'ampleur et connaît par anticipation la mort, la perte de tous les territoires conquis : corps, émotions, pensées, possessions, relations. Alors ne pas mourir en se reproduisant. Le groupe familial survit à la mort de l'individu ; d'où le tragique de la disparition complète d'une famille, d'un village, d'une culture ou d'un pays : un de nos secrets espoirs d'échapper à la mort disparaît aussi dans ces drames.

Une manière de combattre la mort : donner vie à quelque chose qui nous survive, famille, image, œuvre… Comprendre l'environnement, s'assurer de la collaboration des autres, assouvir son besoin d'appartenance à des groupes : couple, famille, groupe professionnel, village,…être relié. Connaître sa valeur, son unicité et la faire reconnaître par les autres, se connaître, appréhender sa propre identité. Être libre dans l'espace et le temps, libre d'agir de penser et de sentir : reconnaître ses besoins et chercher à les satisfaire. Libre de choisir et de décider. Contradiction : appartenir à un groupe et/ou être libre ?

Les besoins de base sont la survie (protection des gènes) puis la reproduction (propagation des gènes). Nos besoins, sont avant tout, ceux d'un triple cerveau. Les mammifères sont pourvus d'un cerveau reptilien, d'un cerveau limbique qui permet l'expression et la reconnaissance des émotions et des sentiments. Pourvu d'un cortex particulièrement développé, l'homme peut éprouver des besoins d'appartenance, de valeur (considération, prestige, respect, estime de soi…), de réalisation de soi (vocation, destinée).

Penser et sentir constituent les pierres de base de la préparation à l'action et permettent l'anticipation, la simulation afin d'agir mieux. La décision d'agir passe donc par le contrôle des **B**esoins de sécurité, des **D**ésirs de reconnaissance soi/autres et l'accomplissement de nos **P**rojets (**BDP).** La pyramide BDP rappelle celle de Maslow.

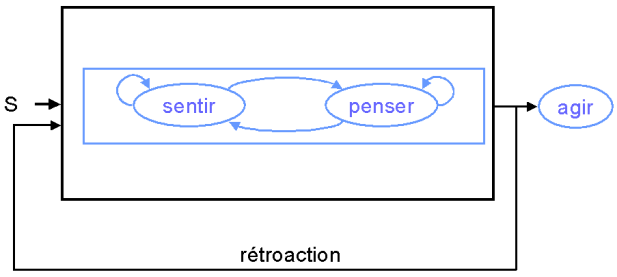


Entre les années 1910 et 1950, la plupart des approches de psychologie scientifique étaient comportementales. Les fondateurs du Béhaviorisme, Pavlov, Watson et Skinner, constatant qu'on ne pouvaient observer scientifiquement les états mentaux, les ont ignorés et même niés (cf. Modèle 1).

modèle 1

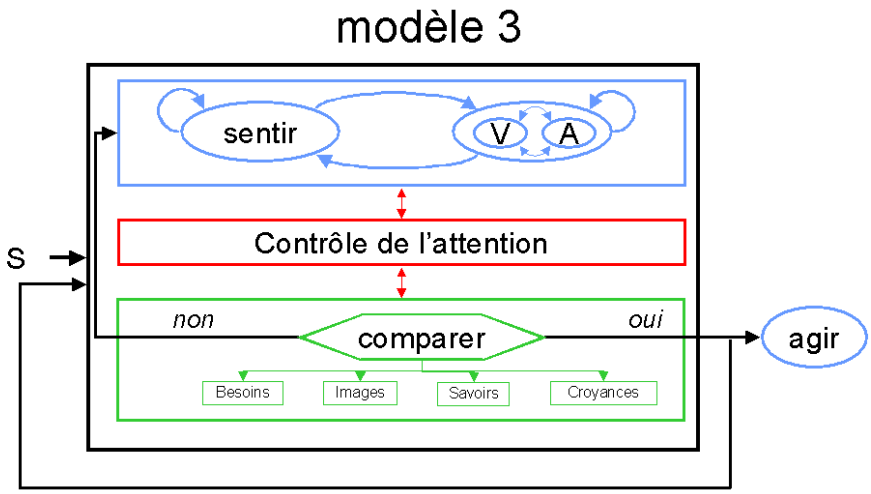
À partir des années 1950, le monde intérieur reprend sa place au sein de la psychologie dite cognitive. Sentir apparaît avoir un rôle aussi déterminant que penser dans le déroulement de l'acte intérieur qui précède l'action. Par ailleurs, le résultat de l'action produite viendra s'ajouter aux stimuli d'entrée : la rétroaction permet d'ajuster l'action en temps réel. (cf. Modèle 2)

modèle 2



On peut enrichir le modèle 2 en y intégrant le **C**omparateur **C**ognitif **(CC)** qui décide l'action à venir en fonction de l'attention présente et du passé mémorisé dans les **BDP** et les croyances.

Il est possible d'agir intérieurement sur les représentations mentales (produites notamment par la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial). En revanche, le processus kinesthésique ne peut pas directement modifier les ressentis.

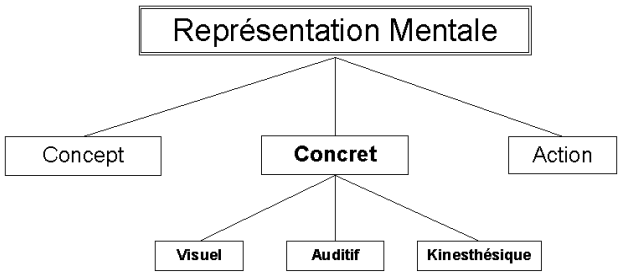


Récapitulons : avant d'agir, nous pensons. En fonction des images, des sons, des ressentis (calepin visuo-spatial, boucle phonologique, processus kinesthésique), de l'attention, de nos désirs et projets ainsi que de nos croyances et savoirs, nous décidons et agissons.

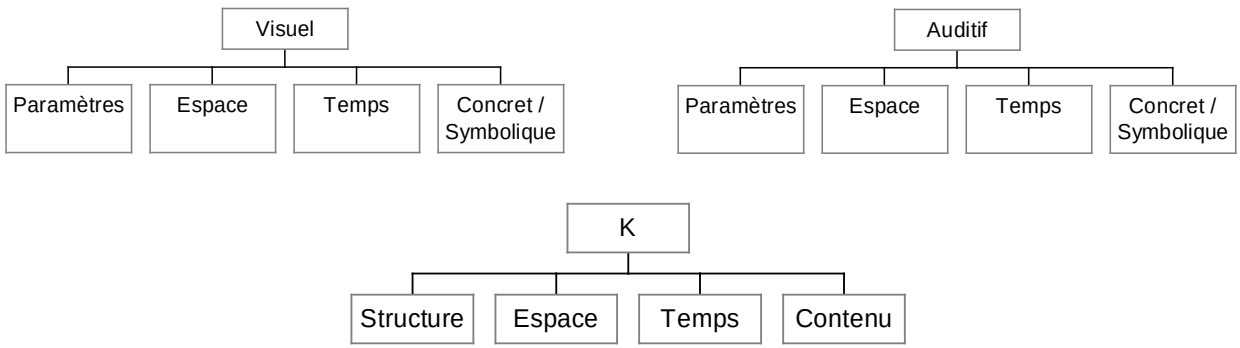
3.2 ARCHITECTURE : MODE D'EMPLOI, *ALAIN FINKEL*

3.2.1 Les représentations mentales

L'architecture proposée dans la partie précédente a mis en évidence trois classes de représentations mentales concrètes : les représentations visuelles, auditives et kinesthésiques. Il existe par ailleurs deux autres types de représentations mentales (non concrètes) : les représentations conceptuelles et les représentations pour l'action.



Enfin, certains paramètres des représentations mentales sont modifiables : la précision, la taille, le volume…



Enseigner modifie, enrichit, voire corrige les représentations mentales que les élèves se font d'une notion. Une première application du modèle proposé est donc d'utiliser des représentations **variées** dans **des registres différents.** Par ailleurs, pour une meilleure mémorisation, comme ces représentations mentales doivent à un moment être dans la mémoire de travail (dont on rappelle qu'elle contient en moyenne 5 items), on prendra soin de structurer les informations du cours en au plus 5 blocs comprenant chacun au plus 5 éléments, et ainsi de suite...

3.2.2 Les opérations mentales de base

Lorsqu'une personne veut mémoriser/comprendre, elle fait une succession d'opérations de base qui la font passer d'un état mental à un autre. Ces opérations de base sont **l'affectation** de variables, la **comparaison** des variables structurées par des **instructions de contrôle**. Un programme cognitif est une suite finie des instructions. Prendre conscience de ces opérations permet d'analyser et éventuellement de modifier les stratégies d'apprentissage.

<table>
<tr><td>Opérations mentales de base</td><td>Ex 1. Choisir entre deux bleus : lequel prendre ?</td></tr>
<tr><td>Évoquer</td><td rowspan="3">1. Charger un bleu-foncé dans une variable x
x ← bleu-foncé
2. Charger le bleu clair dans une variable y
y ← bleu-clair

3. Lequel préférez-vous ?
P_x ← plaisir (x)
P_y ← plaisir (y)
4. Comparer P_x et P_y :
Si $P_x > P_y$ prendre bleu-foncé

Sinon prendre bleu-clair</td></tr>
<tr><td>Comparer</td></tr>
<tr><td>Modifier</td></tr>
</table>

3.2.3 Le contrôle de l'attention

L'attention est une ressource dont on dispose en quantité limitée. À un instant donné, on peut ainsi porter son attention sur telle émotion ou telle représentation mentale. On peut également considérer cette représentation de près, de loin, avec précision, se situer à l'intérieur ou à l'extérieur… On peut caractériser ainsi l'attention selon les trois paramètres suivants :

- L'identification (acteur/spectateur**).** On observe la scène qui se déroule comme sur un écran placé face à nous, on dit qu'on est spectateur (il s'agit de la position allo-centrée selon Berthoz). On peut aussi se placer dans un des éléments de la scène, c'est-à-dire en ressentant dans son corps ce qui touche cet élément de la scène, on dit alors qu'on en est acteur (il s'agit ici de la position ego-centrée). Selon que l'on adopte l'une ou l'autre de ces positions, la représentation peut changer. En physique par exemple, calculer l'ensemble des forces qui s'exercent sur un objet peut être facilité si l'on s'identifie à l'objet considéré.

- La direction (attention tournée vers l'interne ou l'externe)

- La focalisation (panoramique, zoom)

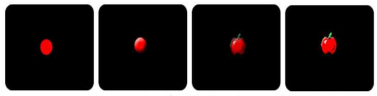
On établit quelques règles régissant le contrôle de l'attention :

1. L'attention ne peut se porter à la fois en interne et en externe. Lorsque l'attention est dirigée en interne, elle perd de son acuité en externe, et réciproquement.

EXEMPLE DE CONFLIT INTERNE/EXTERNE AVEC PARTAGE DE RESSOURCE COMMUNE: Lorsqu'on lit une phrase en utilisant notre boucle phonologique, on écoute plus difficilement quelqu'un en même temps. En effet, la lecture dirige notre attention en interne, ce qui gêne l'écoute d'un message auditif externe.

EXPERIENCE DE PERKY (1910) : on demande à des gens d'imaginer une tomate et dans le même temps de fixer un point devant eux. Puis on projette sur un écran qu'ils fixent une tomate d'abord dans l'infra-rouge puis progressivement rouge. On constate qu'ils mettent plus de temps à voir la tomate rouge sur l'écran que le groupe de contrôle qui n'avait pas de tomate dans la tête.

On note aussi que si on leur avait projeté une image très différente, celle d'une banane par exemple, la résolution du conflit interne/externe serait intervenue plus rapidement.


temps de résolution du conflit important

temps de résolution du conflit court

2. La pensée inhibe le sentir et réciproquement.

3. Lorsque l'attention est portée sur l'un des types de représentations par exemple visuelle, l'attention portée aux autres types de représentations (auditives ou kinesthésiques) diminue.

4. Augmenter la distance à l'image diminue l'intensité du ressenti. On ne peut pas agir directement sur ce qu'on ressent. On peut agir sur les images qui produisent tel ou tel ressenti.

APPLICATION PRATIQUE : pour diminuer l'appréhension qui peut précéder une soutenance de thèse, il est possible de charger dans le calepin visuo-spatial les images associées à cette peur et de modifier par exemple la distance à ces images.
NOTE : il est aussi possible d'envisager un travail sur les croyances/image de soi qui peuvent être la cause profonde de cette peur (la soutenance étant bien souvent un rite de passage, la peur associée ne faisant que réactiver d'autres peurs, comme par exemple celle d'être jugé comme nul).

3.3 LES ATELIERS : DU MODELE A LA PRATIQUE

Michel BESSERVE, Benjamin BLANC, Alexandra DEVILLE, Charles DOSSAL,
Christine Le GARLANTEZEC, Nathalie SABAH

Le passage du modèle à la pratique consiste à prendre conscience que la résolution d'un problème met en œuvre une grande diversité de représentations mentales. On en retient quelques « règles » directement applicables en cours.

3.3.1 Exploration de représentations mentales simples

Ces exemples permettent de mettre rapidement en évidence les différents sens (images, sons, mouvements ressentis) mis en jeu dans une représentation mentale (RM) et par un petit sondage dans le groupe, de faire découvrir à tous :

a. leur propre façon de « voir » les choses avec leur canal sensoriel privilégié.
b. la diversité des représentations mentales dans un groupe *a priori* homogène.

3.3.2 Exploration de représentations mentales plus complexes

A. La lune et son mouvement : comment explique-t-on la lune en croissant à certains moments et la pleine lune ou l'absence de lune à d'autres ?

B. Comprendre la notion de ligne de niveau sur une carte : à quoi cela correspond-il **dans la réalité ?**

⇒ Nous concluons qu'il ne faut pas imposer systématiquement sa représentation mentale pour faire comprendre un problème, dans la mesure, bien sûr, où la propre représentation de l'étudiant serait adaptée pour trouver la solution.

C. Comment faire comprendre les mouvements particuliers de la salsa ?

D. Maths en 3ème – que représente une racine carrée ?

⇒ Associer une représentation imagée à un problème d'algèbre (généralement) développé verbalement a permis de faire comprendre certains concepts à des élèves « bloqués » par les maths et de leur redonner confiance en eux.

3.3.3 Exemple de représentations mentales utilisées lorsqu'on copie un trait

3.3.4 Ce qu'on en retient

Chacun a une façon toute personnelle d'évaluer, comparer, modifier des représentations mentales. Leur combinaison est infinie. On ne peut pas préjuger de la combinaison qui va s'opérer chez un interlocuteur. On peut simplement observer quels registres (visuel, auditif ou kinesthésique) lui sont les plus familiers. De manière plus générale, face à un public nombreux, il est souhaitable de proposer des représentations mentales visuelles, auditives et kinesthésiques pour aider à l'encodage de l'information nécessaire à la compréhension et la mémorisation.
Il ne s'agit pas de cantonner un interlocuteur dans un registre en particulier, ni de mettre en cause la validité de sa représentation mentale, mais d'en discuter avec son accord pour la faire évoluer, l'enrichir, pour la rendre plus efficace.

> ***On ne discute pas la représentation intérieure de l'autre. L'autre, comme moi est particulier. On accepte donc son point de vue sans le remettre en cause.***
> ***Proposer différents types de représentations mentales (enrichir son répertoire de représentations en se renseignant sur celles que les autres emploient).***
> ***La RM de l'autre existe, est indiscutable, mais elle peut évoluer, s'enrichir !***

4 JOURNEE DU 9 MAI

Notes rédigées par Christine Le GARLANTEZEC et Nathalie SABAH

4.1 COMMENT EXPLICITER LES REPRESENTATIONS MENTALES, *ALAIN FINKEL*

Quand on pense, on manipule des représentations mentales (visuelles, auditives, kinesthésiques) en portant son attention selon 3 paramètres (identification, focalisation, direction) — les émotions, le langage verbal ou non verbal interviennent aussi et seront peu évoquées pendant cette formation par manque de temps.

Cette manipulation repose essentiellement sur l'évocation, la modification et la comparaison de variables entre elles (avec éventuellement des références à des croyances acquises dans le passé et qui semblent définitives : « je préfère toujours le bleu à toute autre couleur »). Ainsi lorsqu'on enseigne, on agit sur le programme cognitif de l'élève, que ce soit pour l'enrichir, le préciser, voire en corriger certains fonctionnements erronés.

De ce fait, il est très utile de parvenir à le mettre en évidence pour le comprendre et l'améliorer. Par quel moyen va-t-on pouvoir accéder explicitement à la séquence invisible des opérations produites entre deux états mentaux successifs dans l'esprit de l'étudiant ?

4.1.1 Conditions d'établissement de la relation d'explicitation

Expliciter, c'est mettre à jour la succession invisible des représentations, l'attention portée sur chacune et les opérations mentales qui composent le raisonnement [VERMESCH].

Conscient de la difficulté qu'il y a à livrer ce qui se passe dans notre propre esprit, il est nécessaire d'établir et de maintenir un climat de confiance avec l'interlocuteur dont on cherche à expliciter la pensée pour éviter toute réticence à se livrer.

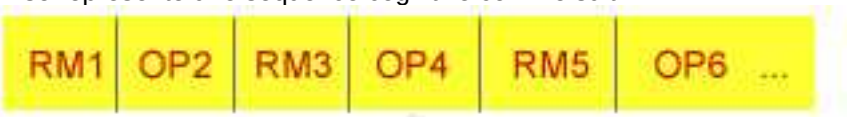
L'enseignant le fera par le biais de questions qu'il prendra soin de formuler « gentiment », de manière acceptable, en imaginant que la personne interrogée n'a pas toujours conscience de

l'existence de telles représentations : toute la difficulté réside dans le fait que ce processus cognitif est invisible, inaudible et insensible chez l'étudiant.

4.1.2 L'entretien d'explicitation : un dialogue

Les questions posées lors de l'entretien sont destinées à mettre au jour la séquence cognitive au moyen d'un dialogue verbal et non verbal. (le non-verbal n'a pas été traité pendant les JA 2005).

Si on se représente une séquence cognitive comme suit



on cherche, par l'entretien d'explicitation, à connaître RM_1. En posant directement la question, on a peu de chance d'obtenir une réponse (que l'étudiant lui-même ignore). On va par questionnement remonter par exemple de la fin du raisonnement à sa source.

La séquence des représentations et opérations mentales (modification, test, boucle) n'est rien d'autre qu'une donnée neutre à partir de laquelle on travaille.
C'est donc sans jugement que l'enseignant valide avec lui chaque étape explorée avant de proposer à l'étudiant de poursuivre l'explicitation de son processus de pensée. Il sera fait de préférence en petit groupe pour ne pas mettre mal à l'aise la personne interrogée.
A ce stade, l'enseignant n'explique rien à l'élève, mais cherche simplement à rendre visible son fonctionnement intérieur.

Exemple d'explicitation. « Dans une assemblée, lorsque j'interviens, parler dans un micro me détend *». A priori*, il n'y a pas de lien entre parler dans un micro et être détendu ! On en déduit qu'il y a là quelque chose qui nous échappe (et qui échappe sans doute aussi à la personne concernée). Par l'entretien d'explicitation qui suit, nous cherchons à comprendre.
1.Peux-tu te remettre dans la situation où tu parles dans un micro ?
2.Evocation : la personne s'imagine (se voit , s'entend, se sent) en train de le faire
3.Donc,…, tu es en train de parler dans un micro ?
4.Oui
5.Et que se passe-t-il ?
6.J'entends LA voix dans les haut-parleurs
7.Tu entends la voix dans les hauts-parleurs et alors que ressens-tu ?
8.Comparaison : je me dis que ce n'est pas ma voix.
9.D'accord, les 2 voix sont différentes, tu compares celle que tu entends à la tienne ?
10.Oui, du coup ce n'est pas moi qui suis entendu
11.Tu n'es pas entendu, ce n'est pas toi qui parles, c'est une autre personne ?
12.Oui.
13.Donc tu ne te sens pas jugé ?
14 C'est ça
15 Il n'y a pas de risque ?
16.Non.
17 Donc tu te détends ?
18 Oui

Une autre personne réagit différemment ! « moi ça me bloque ! »
Même dialogue jusqu'à la ligne 9
10.oui, alors j'écoute la voix de quelqu'un d'autre qui parle
11.Quelqu'un d'autre parle et que se passe-t-il alors ?
12.Je n'entends plus ma voix intérieure,
13.Tu n'entends plus ta voix intérieure, et ensuite qu'est-ce que ça change en toi ?
14. Je n'arrive plus à penser, je ne sais plus quoi dire, je suis bloquée, surprise !

Pendant le dialogue, tout jugement concernant la véracité de chaque ressenti n'a aucun sens, puisque le ressenti est un fait interne vrai pour celui qui s'exprime.

4.1.3 L'entretien d'explicitation : les étapes

Pour expliciter le ruban invisible de l'étudiant, on procède comme suit :

1) Poser une question neutre
   Du genre *« qu'as-tu pensé ? »*, sans connotation sensorielle.
   Il est préférable d'éviter d'orienter l'attention de l'étudiant sur un type particulier de représentation, en lui demandant par exemple *« quelle image as-tu dans la tête ? »*. Cette question permet d'obtenir la première image qui lui vient et non le première représentation mentale.
   En effet, certaines représentations mentales peuvent être construites sur la base d'un texte ou d'une image selon la situation ou une prédilection personnelle.
   En cas de blocage, des questions telles que : *« Tu as vu une image ? Tu as entendu un son, une voix ? Tu as senti quelque chose ? »* peuvent aider.

   Cet entretien ne prétend pas reconstruire exactement le programme de l'étudiant. On aura, de toute façon, très difficilement la preuve que sa réponse correspond à l'action passée : il s'agit toujours d'une verbalisation après l'action. Malgré ces d'obstacles méthodologiques, cet enchaînement restitué de représentations mentales donne une idée de ce qu'a pensé l'étudiant.

2) Écouter la réponse
   Entendre les informations données dans le désordre, repérer et reconstituer ce qui a été fait, sans surajouter ses projections : quand on écoute l'autre, il faut à la fois se mettre à sa place et ne pas se mettre à sa place ! Ce qui signifie que lorsqu'on entend *« j'ai vu une image »*, on cherche à construire son image (et non y plaquer la nôtre). On peut tous simuler l'autre en nous pour peu que nous ayons des informations suffisantes, car nous avons tous des cerveaux, des esprits à peu près équivalents.
3) Reformuler la réponse

   On reformule en vérifiant que l'étudiant est en accord avec ce qu'on lui propose.

4) Valider la réponse

   La difficulté de l'explicitation est d'apprendre à ne pas interpréter. Lorsque nous intervenons dans la construction de la RM, il convient de livrer à l'autre notre interprétation pour qu'il l'affirme ou la corrige. Cela nous permet de valider ou non notre interprétation.

4.1.4 L'entretien d'explicitation : les questions

Concrètement, quelles sont les questions à poser pour faire surgir les représentations mentales ? On souhaite connaître les réponses aux questions suivantes : Que penses-tu ? Qu'y a-t-il dans ton esprit ? Que vois-tu ? Qu'entends-tu ? Que ressens-tu ? Comment portes-tu ton attention ?…
Ces questions, ne pouvant pas être posées exactement sous cette forme, il faut adapter son discours à un public non averti de ce qu'on présente ici.
Si on cherche à savoir si un étudiant est acteur ou spectateur de sa représentation mentale, on demandera plutôt par exemple : *« la mitochondrie, tu la vois de loin ? » , « tu es dans le cytoplasme ? », « et pour tes vacances, tu es dans le bateau ? » « tu vois le bateau de loin ? ».*

Une fois qu'on a rendu visible une (ou plusieurs?) représentation, le processus de reconstitution du programme de l'étudiant passe par la mise au jour des opérations mentales qu'il emploie pour les faire évoluer. On se souvient qu'un processus cognitif utilise trois opérations mentales de base : la comparaison, les tests (si…alors, sinon …) et la boucle.
Ce qui nous intéresse ici est d'avoir le processus d'enchaînement (et non sa cause). C'est par la question « comment » qu'on l'obtiendra et non avec « pourquoi ». Le pourquoi suppose une origine d'une cause unique qui, la plupart du temps, n'existe pas, ou est hors de portée de la conscience de la personne questionnée.
Les questions, destinées à affiner l'enchaînement, peuvent être du type :

Quelles comparaisons as-tu faites ?
Les comparaisons sont l'essentiel de ce qui se passe dans notre esprit. Elles sont souvent inconscientes, extrêmement rapides, implicites, mais avec un questionnement fin, on peut arriver à les expliciter. On peut alors vérifier si elles sont pertinentes ou pas et devenir conscient de ses opérations mentales peut aider à les modifier.

Quelles instructions de contrôle ? *(cf si …. Alors .., sinon…) où remontes-tu dans ton raisonnement pour dire cela ?*
« Comment sais-tu cela ? »
Si l'étudiant dit *« je n'ai rien compris »,* en lui demandant *« comment sais-tu que tu ne sais pas ? »,* on le fait parler de son savoir sur son non-savoir. Dans ce cas d'ailleurs, il faut lui demander un exemple précis de ce qu'il n'a pas compris et l'orienter vers ses représentations mentales (cf les états des RM).

Comment sais-tu que tu as fini ? Comment sais-tu que tu as compris ?
On vérifie que l'étudiant a des repères pour conclure qu'il sait : le sentiment de compréhension - la sensation qu'il a abouti - est le test qui signe la fin de la recherche de sa séquence cognitive.
Ce qui distingue un bon étudiant d'un mauvais n'est pas que l'un fasse des erreurs et l'autre pas (tous les deux en font), mais que le premier sente qu'il s'est trompé, et donc corrige, alors que le second ne le perçoit pas.
Il est primordial pour un élève de connaître ses propres signaux de compréhension et on peut l'aider à les découvrir en lui proposant de se remettre dans une situation où il a compris, de focaliser son attention sur ses ressentis, d'en prendre conscience et de les mémoriser pour une comparaison future.

Au cours de l'entretien, on évitera au maximum les questions :
- négatives : *« n'aie pas peur de m'arrêter… », « est ce que tu ne pourrais pas essayer de retrouver… »,*
- trop directes : *« tu vas essayer de te souvenir… »,*
- trop complexes (plusieurs questions simultanément),
- trop vagues : *« parle moi de… », « explique moi… ».*

4.1.5 Ce qu'on en retient

Suspendre son jugement
Juger ce qu'énonce l'interlocuteur n'a pas de sens car il décrit un fonctionnement interne réel au moment où il l'explicite. Juger provoque souvent l'arrêt de sa collaboration, ralentissant ainsi l'accès à sa représentation.

Ecouter vraiment la réponse et la reformuler pour validation.
C'est entendre les informations données, même si elles sont évoquées dans le désordre. Le but est de repérer et de reconstituer ce qui a été fait. La reformulation permet de s'assurer qu'il n'y a pas eu d'interprétation de notre part et l'entretien se poursuit dès lors que l'étudiant la valide.

Aider les RM à surgir par un questionnement respectueux.
Que penses-tu ? Qu'y a-t-il dans ton esprit ? Que vois-tu ? Qu'entends-tu ? Que ressens-tu ? Comment portes-tu ton attention ?…

Aider les opérations mentales à surgir
Comment sais-tu cela ? Comment sais-tu que tu ne sais pas ? Quelles comparaisons as-tu faites ? Quelles instructions de contrôle ? (cf si …. Alors .., sinon…) où remontes-tu dans ton raisonnement pour dire cela ? Comment sais-tu que tu as fini ? comment sais-tu que tu as compris ? (ces questions ne peuvent pas être posées exactement sous cette forme !)

Jamais de pourquoi dans l'entretien
Le pourquoi peut être perçu comme une demande de justification plus qu'à une incompréhension de la part de celui qui l'emploie. Dès lors le climat de confiance nécessaire pourrait être rompu et l'interlocuteur risque de perdre la sensation qu'on est avec lui.

4.2 LA MOTIVATION, *ALAIN FINKEL*

La réussite scolaire dépend principalement des méthodes de travail et de la motivation. Nous avons évoqué les représentations mentales et leurs applications possibles pour améliorer sa façon de travailler, abordons maintenant la motivation.

La motivation (dont l'étymologie proche de celle de se mouvoir ou s'émouvoir, comme l'émotion, contient l'idée de mouvement) est ce qui prépare à agir. Or, on veut agir pour
- assouvir ses besoins de base qui ne seront pas limités aux besoins purement physiologiques (…+liberté, curiosité, exploration, manipulation,….)
- satisfaire ses désirs de reconnaissance par les autres et par soi
- reconnaître et développer ses projets.

C'est une préparation biologique et psychologique de l'action qui lui confère trois caractéristiques
- son orientation (aller vers/éviter un but qui tient à cœur)
- son intensité, (sa force, sa puissance)
- sa persistance en fonction de la valeur qu'attribue la personne à l'objectif.
  Si la motivation préside au bon déroulement d'un travail, encore faut-il la conserver.

Pour agir, le plaisir obtenu par l'action doit l'emporter sur la douleur de l'effort consenti pour l'atteindre. Et si le travail d'un étudiant se révèle inefficace, ou par trop désagréable, il en résulte souvent une perte de motivation.

La motivation peut être contagieuse, tout comme la démotivation …Les enseignants disent souvent que les étudiants ne sont pas assez motivés, ce qui démotive en retour les enseignants, leur cours deviennent peut-être moins bons, ce qui contribue à accentuer la démotivation des étudiants !

Le travail sur la motivation qu'on pourra faire avec un étudiant consistera entre autres à le sortir de certains cercles vicieux dont voici quelques exemples :

1- Croyances.

Une croyance se renforce souvent par elle-même : elle installe un filtre devant le monde, qui nous fait extraire de la réalité ce qui la confirme. De fait, tout concorde alors pour nous montrer que cette croyance est vraie ! *Par exemple, si j'ai comme croyance que travail n'est pas un plaisir, je ne prends pas plaisir à me mettre à travailler, ce qui rend le travail encore plus pénible, moins efficace, ce qui renforce encore plus ma croyance.*
Elle oriente la sélection des informations de l'environnement vers celles qui la confortent. Les croyances seront étudiées dans un autre module.

2- L'image de soi

L'échec *(si je travaille et si j'échoue)* confondu avec sa valeur en tant qu'individu *(axiome erroné : j'échoue = je suis nul)* peut conduire à préférer ne pas travailler. Le jeune a une bonne raison de ne pas réussir : sa valeur *(=mon droit d'exister, pour moi)* n'est pas remise en cause puisque elle n'est pas réellement mise à l'épreuve. La cause de l'échec sera alors mise sur le compte de son manque de travail et non plus de sa (supposée) valeur personnelle *(je n'ai pas vraiment raté, puisque je n'ai pas vraiment travaillé)*.

3- Les méthodes de travail

De méthodes de travail peu efficaces ne permettent pas d'avoir des résultats correspondants aux efforts fournis et contribuent donc à démotiver l'étudiant.

4- L'image de soi + les méthodes de travail

Exemple de cercle vicieux possible : je n'ai pas de bonnes méthodes de mémorisation, je ne trouve pas tout de suite, je me démotive, j'échoue, je suis nul, je ne cherche plus, je ne trouve pas tout de suite, ….

4.2.1 Caractéristiques de la motivation

Des travaux des psychologues sur le sujet [FENOUILLET 99], il émerge que la motivation se caractérise principalement selon les trois paramètres suivants :
- Intrinsèque/extrinsèque
- Autodétermination/Contrainte
- Perception de compétence

Développons :

- **<u>Intrinsèque/extrinsèque</u>**

<u>La motivation est intrinsèque</u> quand on fait la tâche pour éprouver le plaisir procuré par l'accomplissement de la tâche elle-même. Le plaisir intrinsèque est diminué par une récompense/punition extérieure et augmenté par la liberté d'action et la perception que l'on a de ses compétences mises en œuvre :
Ex : si je vous paye pour faire du piano, alors que vous aimiez en jouer pour le plaisir, cela risque d'entraîner une diminution de votre motivation. En substituant une récompense extérieure à une

récompense intérieure, votre besoin de base de liberté est moins satisfait, vous vous en rendez compte et cela ne vous plait pas. Et pourtant vous êtes récompensé, vous êtes payé !

Récompenser quelqu'un parce qu'il travaille alors qu'il travaillait pour le plaisir peut donc être négatif. Encore faudrait-il préciser si on récompense le résultat du travail ou le processus de travail.
La motivation intrinsèque est renforcée par un sentiment de liberté et par la perception de sa compétence.

La motivation est extrinsèque quand on fait la tâche pour obtenir une récompense ou pour éviter une punition, qu'elles soient extérieures ou intérieures à la tâche.
Ex : Quand je travaille pour être fier de moi, c'est une motivation extrinsèque : je travaille pour embellir mon image de moi.

Récompense ou punition sont des contraintes. Récompenser quelqu'un pour ce qu'il fait revient à le contraindre puisqu'on lui propose d'échanger un peu de sa liberté de faire ce qu'il fait pour le plaisir contre la récompense de le faire.
On peut augmenter la motivation extrinsèque par des renforcements positifs :
Ex : si tu travailles, je te donnes 100 € - si tu travailles, tu n'auras pas le fouet .
On peut diminuer la motivation extrinsèque par des renforcements négatifs ou l'arrêt d'une récompense qui peut être perçue comme une punition :
Ex : tu travailles mais je ne fais pas attention à toi, tes résultats m'indiffèrent.

Il faut préciser que l'on peut récompenser quelqu'un pour son effort ou pour ses résultats. Cela n'a pas les mêmes effets. Curieusement, toute absence de récompense provoque l'apparition de la démotivation. Une manière de résoudre ce paradoxe est de récompenser l'effort (solution d'autant plus intéressante à envisager qu'à ne récompenser que le résultat on aurait dévalorisé les efforts).
Récompenser l'effort consiste par exemple à remarquer le processus de travail déjà enclenché bien que le résultat final ne soit pas encore atteint. (s'acheter une indulgence : ceux qui travaillent même sans résultat pour s'acheter une bonne conscience – pour eux, ils ont travaillé, et c'est déjà bien...). La notation des efforts n'est pas encore appliquée de façon satisfaisante : le risque est que l'étudiant montre qu'il fait des efforts pour une bonne note mais ne se soucie pas trop des résultats.

Ce n'est pas facile de séparer absolument motivation intrinsèque et extrinsèque. Il y a un fin continuum de l'une vers l'autre.
Motivation intrinsèque et extrinsèque s'opposent apparemment, mais ce n'est pas en supprimant la motivation extrinsèque qu'on provoque la motivation intrinsèque. Elles sont les deux versants de la motivation globale qui anime l'élève. On observe à ce sujet que la motivation d'un débutant a une plus grande part extrinsèque puis, au fur et à mesure que se développent ses compétences, la part intrinsèque prend le pas.

- **Autodétermination/Contrainte**

L'autodétermination est un sentiment de liberté et s'oppose à la contrainte (récompense/punition) qui diminue l'intérêt. La motivation intrinsèque est associée à un sentiment de totale autodétermination. Cela a été validé sur les rats et les humains. De plus, il faut se sentir libre pour se sentir compétent.

- **Perception de compétence**

Ce paramètre concerne la croyance dans son pouvoir de contrôle sur le monde.
On éprouve une sensation de compétence lorsqu'on envisage une tâche avec une grande motivation intrinsèque : on a la perception de sa capacité à l'accomplir, du contrôle qu'on a sur sa capacité d'apprentissage, de son pouvoir à devenir compétent. Être résigné, c'est avoir la croyance que l'on ne peut plus rien faire de façon efficace.

Si la situation est incontrôlable, on peut
- lui attribuer une cause interne (*je ne me suis pas assez préparé*) ou une cause externe (*le prof est trop exigeant*)
- la généraliser à toutes les situations à venir qui lui ressembleraient (*je suis nul en maths, et même en tout*) ou la voir dans sa spécificité du moment (*je ne sais pas résoudre ce problème*)
- lui donner une valeur stable (*je serai toujours nul en maths et en tout*) ou savoir que c'est temporaire (*je vais m'améliorer*)

Si on ajoute une attribution interne, permanente à une généralisation stable (!) on devient résigné.

On a observé que si on demande à quelqu'un d'accomplir quelque chose de très difficile en le prévenant de la difficulté, il peut y parvenir, il reste motivé, n'est pas résigné. Mais si on lui a précisé qu'il s'agissait de quelque chose de particulièrement facile, ou que d'autres ont très bien réussi à le faire, il se décourage plus vite et échoue. Il a de plus intégré qu'il n'était pas compétent et il échouera alors également plus souvent à la tâche suivante.

4.2.2 Définition d'un bon objectif

Un objectif est **bon** quand on peut vérifier ces quatre points

Vouloir

1) Il **satisfait un besoin**, un désir ou, moins bien, éviter une non-satisfaction ou un devoir
   Ex : je veux intégrer Normal Sup Cachan
2) il est défini **en termes positifs**, actifs (aller vers et non « éviter ») et affirmatifs
   Ex : « je veux un emploi » est supérieur à « je ne veux pas être chômeur »

Savoir

3) **on connaît son contexte** le plus précisément possible :
   pour ce faire, on se pose les questions du journaliste : qui, quoi, quand, où, comment, pourquoi, par quels moyens…

   Ex : « pour y arriver, je dois faire telle école, avoir telles notes, cela me prendra x années », est plus précis que « je veux être dans l'armée »

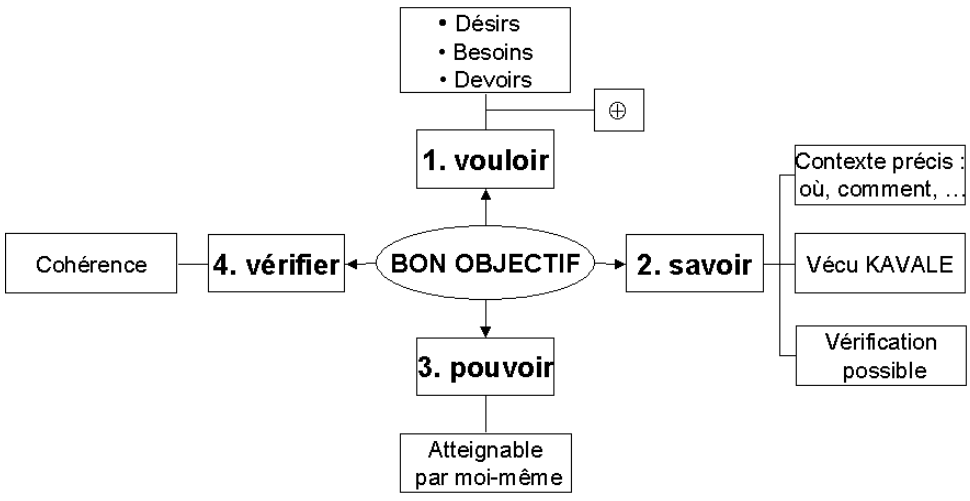
4) **on a la représentation concrète de soi dans le futur**: les états et les comportements internes et externes à atteindre sont définis en termes concrets : VAK+Emotions
   Ex : je me vois, je m'entends en train d'enseigner, je ressens le plaisir de transmettre des connaissances, je sens ma joie, …
5) **on sait le vérifier** : son atteinte et sa non-atteinte sont vérifiables objectivement ou subjectivement avec des repères intérieurs ou extérieurs
   Ex : l'objectif « être riche » n'est pas bon car on ne sait jamais quand il est atteint.

Pouvoir

6) **il est indépendant d'éléments incontrôlables,** des autres, de la chance, de facteurs extérieurs (dans la limite du possible : un concours a une part d'incertitude).
   Ex : « je veux faire aire un barbecue un dimanche en mars pour 30 personnes » est dépendant de la météo qu'on ne maîtrise pas !
7) Il est potentiellement **atteignable par soi-même**.
   Ex : « je veux être vétérinaire et j'ai 16/20 de moyenne en terminale » est un objectif potentiellement atteignable

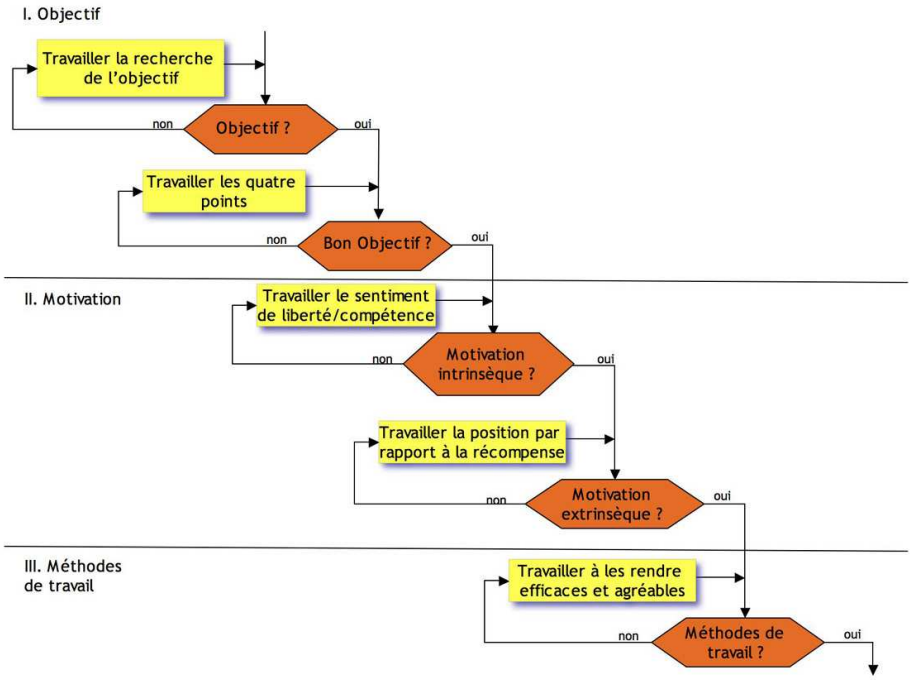
Ajuster

non-contradictoire avec soi et son entourage aujourd'hui (ses valeurs) et demain.
Ex : je veux être boucher mais ne supporte pas l'odeur de la viande, ou encore, je veux voyager et avoir une vie de famille…sont des propositions contradictoires



4.2.3 Comment atteindre un objectif ?

Lorsqu'on échoue à accomplir une tâche, il se peut que ce se soit parce que l'objectif n'en a pas été bien défini. Mais on peut aussi échouer alors qu'un objectif existe. La question qui se pose alors est de savoir si cet objectif est bon. Si oui, le problème peut survenir en cas de manque de motivation intrinsèque… etc… Le schéma suivant synthétise la succession des points de blocage possibles à la réalisation d'un projet :



I. OBJECTIF

La motivation pour faire une tâche demande d'avoir un objectif, et même un bon objectif, qui permet d'assouvir les besoins de base : ex – apprendre la topologie et avoir le diplôme. Avoir le diplôme, c'est une sécurité pour assouvir ses besoins physiologiques de base (avoir un salaire donc manger, avoir un toit, la reconnaissance des autres …). N'avoir que la motivation intrinsèque pour faire de la topologie n'est pas idéal. C'est trop idéal justement ! Mieux vaut s'attacher un peu à la réalité.

II. MOTIVATION

Si le sentiment de liberté et de compétences n'est pas suffisant, il faut examiner

- ses croyances (rater un examen, c'est être nul)
- son estime de soi
- ses méthodes de travail

et se donner le droit de réussir/rater

L'absence de motivation extrinsèque, peut être due à

- une indifférence aux récompenses/punitions,
- un refus des récompenses/punitions (refus d'être évalué, jugé, récompensé ou puni)
- si on est trop dépendant des récompenses/punitions

III. METHODES DE TRAVAIL

Elles sont indispensables à la réussite de l'objectif. La motivation seule ne suffit pas.

Les méthodes de travail doivent être efficaces et agréables. Sinon la démotivation finit par surgir. Il faut donc que la personne trouve, seule ou avec des conseils, une manière adéquate qui lui convienne pour apprendre.

5 BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE

ANDLER Didier (sous la direction), *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard Collection Folio/Essais, 1992.
BADDELEY Alan, *La mémoire humaine, théorie et pratique*, PUG Sciences et technologies de la connaissance 1990
BERTHOZ, Alain.
Le Sens du mouvement Ed. Odile Jacob (1997)
La décision Ed. Odile Jacob (2003)
CAYROL Alain, de SAINT-PAUL Josiane, *Derrière la Magie*, InterEditions, 1984.
CHANGEUX Jean Pierre, *l'homme neuronal*, Fayard Le temps des sciences, 1983.
COTTRAUX Jean, *Les thérapies comportementales et cognitives*, Masson Médecine et Psychothérapie, 1990.
DAMASIO Antonio R.
Spinoza avait raison : Joie et tristesse, le cerveau des émotions, Ed. Odile Jacob (2003)
Le Sentiment même de soi : Corps, émotions, conscience, Ed. Odile Jacob (1999)
DUMONT Jacques et SCHUSTER Christian, *Jouer à raisonner : outils de pensée et opérations mentales*, Les Editions d'Organisation, 1988.
EDELMAN Gérard M., *Biologie de la conscience*, Editions Odile Jacob, Sciences, 1992.
FENOUILLET Fabien, *La motivation*, Dunod Collection Les topos 2003
GHIGLIONE Rodolphe, BONNET C. et JF. RICHARD, *Traité de psychologie cognitive cognition, représentation, communication,* Dunod, 1990.
GOLEMAN Daniel, *L'intelligence émotionnelle*, volumes 1 et 2, Editions J'ai lu, *1997, 1999.*
HADAMARD Jacques, *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Gauthier-Villars Collection Discours de la méthode, (1ère édition en 1945) 1975.
JARDIN Alexandre, *Autobiographie d'un amour*, Gallimard, 1999.
JOUVET Michel, *Le château des songes*, Editions Odile Jacob, Sciences, 1992.
KOSSLYN S. M., *Les images mentales*, in La Recherche, Vol. 11, N°.108, Février 1980.
LAROUSSE, *Votre Mémoire, bien la connaître, mieux s'en servir,* Edition Larousse 2004
LE NY Jean-François, *Le conditionnement et l'apprentissage*, PUF Le Psychologue, 1980.
LIEURY Alain, FENOUILLET Fabien, *Motivation et réussite scolaire*, Dunod 1997
LINDSAY, NORMAN, *Traitement de l'information et comportement humain*, Etudes Vivantes Ltée, 1980.
MERLEAU-PONTY Maurice, *La phénoménologie de la perception*, NRF Gallimard 1945.
MYERS Gail E. et MYERS Michèle Tolela, *Les bases de la communication interpersonnelle: une approche théorique et pratique*, Mc Graw-Hill, 1984.
PINKER Steven, *Comment fonctionne l'esprit*, Ed. Odile Jacob (2000).
ROUSTANG François, *Qu'est-ce que l'hypnose ?*, Editions de Minuit, 1994.
SABAH Gérard, *L'intelligence artificielle et le langage : Représentations des connaissances*, vol. 1, Hermes, 1988.
SERRES Michel, *Les cinq sens*, Grasset, 1985.
VARELA Francisco, *Connaître : les sciences cognitives tendances et perspectives*, Seuil, 1989.
VERMERSCH Pierre, *L'entretien d'explicitation en formation initiale et en formation continue,* ESF Editeur, collection pédagogie 1994
WATZLAWICK Paul, HELMICK-BEAVIN J., JACKSON D.,*Une logique de la communication*, Seuil Points, 1972.